IEC61936－1 改訂版の解説

平成 22 年 3 月

電気設備技術基準国際化委員会
高圧・特別高圧小委員会

『IEC61936-1 改訂版の解説』について

IEC61936-1（交流 1 kV 超の電力設備－第 1 部：共通規則）は、平成 14 年 10 月に第 1 版が発行され、この規定は、平成 22 年 1 月 20 日付で電気設備技術基準の解釈（以下、電技解釈）第 272 条の 2 として取り入れられている。これと同時に、『IEC61936-1 の解説』についても、原子力安全・保安院から公表されている。

IEC61936-1 は、その後改訂のための作業が進められてきたが、平成 21 年 10 月に開催された IEC／TC99 国際会議において、FDIS（最終国際規格案）の段階に進むことが確認された。本解説は、FDIS 原案（99/88/INF）を元にして、従来の解説を改訂したものである。

解説作成に当たっては、つぎの点について留意をした。

１．IEC61936-1 の各条文は設備の設計や保守に関し、基本的な考え方を示したものが多く、詳細な技術的内容については、他の IEC 規格や各国の規定によることを前提としている。本解説においては、IEC61936-1 の各条文の具体的な実現手段を示している他の IEC 規格、現行の電技解釈ならびに他の関連規程類について分かりやすく示した。

２．IEC61936-1 の条文は、必ずしも電技省令に対応するものばかりではなく、消防法、建築基準法、労働安全衛生法など電技省令以外の法令に関係する条文も含まれているが、本解説においては、これらの条文についても削除することなく、どの法令に該当する条文なのかを明確に示して残すこととした。

３．IEC61936-1 の各条文に記載されているまぎらわしい用語、難解な用語については、巻末に「用語の解説」として整理し、理解を助けることとした。

4．IEC61936-1 の条文中で引用している他の外国規格（IEC、CENELEC、IEEE、CIGRE など）については、巻末に「引用規格調査表」を掲載し、規格の概要および IEC61936-1 条文との関連などについて解説した。

IEC61936-1 改訂版は、いずれ電技解釈の改正によって現行の第 1 版に代えて取り入れられることとなろうが、その運用方法は、第 1 版と同様に考えることができる。IEC61936-1 は、その規定範囲が省令及び解釈と完全に一致するものではなく、また、その規定内容が定性的な箇条も多い。したがって、解釈第 272 条の 2 第 2 項において IEC 規格に基づく施設方法と従来の解釈第 3 条から第 271 条までの規定に基づく施設方法とを原則として混用して施設しないこととしているものの、解釈第 272 条の 2 第 1 項ただし書で規定するように、適宜、解釈第 3 条から第 271 条までの規定又は民間規格等を準用することとなる。IEC 規格の内容が定性的な場合において、解釈の規定を具体的施設方法として準用する場合の施設方法については、この「IEC61936-1 改訂版の解説」が参考となる。また、本解説には適宜関係する民間規格の適用方法についても言及している。

IEC61936-1 によって設備の施工を行うことによって、設計・工事方法等の選択範囲が拡大され、安全かつ効率的な設備の形成に寄与することが期待される。

目　次

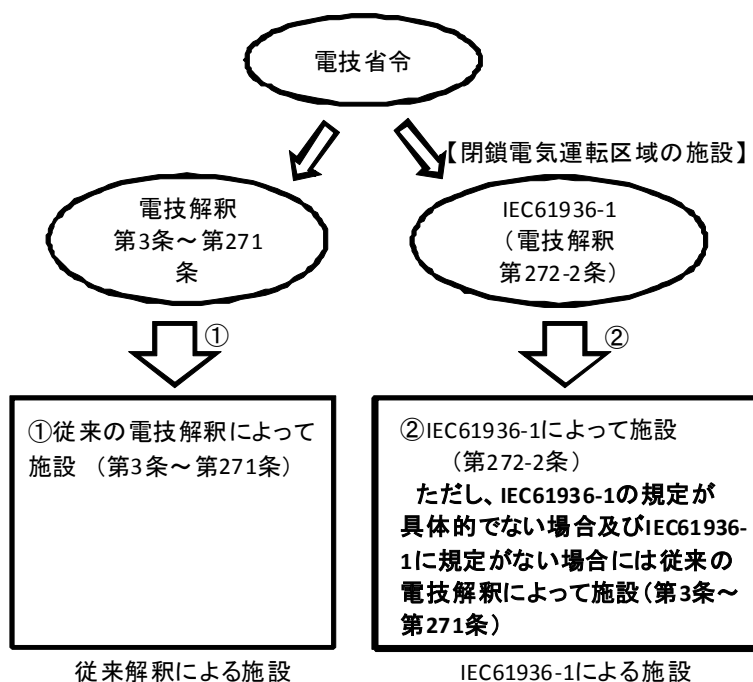
『IEC 61936-1 改訂版の解説』の構成など

１．IEC 61936-1 改訂版の適用範囲について

IEC 61936-1 改訂版が、電技解釈第 272 条の 2 として第 1 版に代えて取り入られた場合、第 3 条～第 271 条までの条文との関係は従来と同様に考えることができ、以下のとおり整理できる。

【IEC 61936-1 改訂版と電技解釈の適用範囲】

IEC 61936-1 の適用にあたっては、その規格の適用範囲にある電気工作物に対して、IEC 61936-1 の具体的な規定がある場合にはその規定によること、IEC 61936-1 の規定が具体的な規定でない場合は当該規格に関連した電技省令及び電技解釈を参考にすること及び IEC 61936-1 に規定がない場合（取入否とした IEC 規格を含む）には、電技省令及び電技解釈の規定によることとする。

これらの関係は、下図のように示すことができる。

（IEC 61936-1 と従来の電技解釈との関係）

２．条文毎の記載内容

解説の基本的構成は、各条文とも以下の形に整理されている。

■条文

IEC 61936-1 の各条文毎に対応する和訳を四角の枠で囲んでいる。

なお、条文の冒頭の丸数字（①、②など）は、解説との対応上、補助的に付したものである。

■対応する電技省令・電技解釈

IEC 61936-1 に対応する電技省令･電技解釈の条文番号とタイトルを示している。ここに条文番号の記載がある場合には、IEC 61936-1 の条文は電技関連の条文ということになる。

■関連規程類

電技省令･電技解釈以外の関連規程類を示す。具体的には、消防法、建築基準法、労働安全衛生法などの他法令や JEAC などの民間規格が該当する。ここの記載内容により、電技省令の範囲外となる IEC 61936-1 条文が、わが国のどの法令・民間規格に対応するものなのかが分かる。

３．電技省令・電技解釈との対応関係

IEC 61936-1 の規定が具体的でない場合には、従来の電技解釈によって施設する必要があることから、関係する電技省令・電技解釈との対応関係についての一覧表を巻末に添付した。

４．電技省令の範囲外の条文の扱い

消防法、建築基準法、労働安全衛生法など電技省令がカバーする範囲の外にある IEC 61936-1 の条文については、あくまでも参考として掲載しているものである。条文の詳細な適用にあたっては、それぞれの関係法令に従うことが必要である。

５．IEC 61936-1 の用語の解説

IEC 61936-1 においては、第３章に「用語の定義」が示されている。しかし、この他にも、まぎらわしい用語や理解し難い用語が多々あることから、巻末に「IEC 61936-1 の用語の解説」を設けた。該当する用語には＊を付して表記してあるので、条文あるいはその解説を理解する上での参考として活用されたい。

６．引用外国規格の解説

IEC 61936-1 条文には他の IEC 規格をはじめ、IEEE、CENELEC、CIGRE など多くの外国規格が引用されているが、これらの外国規格の内容についてはほとんど記述がない。このため、巻末に「引用規格調査表」を設け、規格内容および IEC 61936-1 条文との関連などについて解説を加えた。該当する外国規格には＊＊を付して表記しているので、条文あるいはその解説を理解する上での参考として活用されたい。

７．各箇条取入可否の区分表記

IEC 61936-1 の条文は、既存電技解釈と比較して保安レベルが低いものや電技省令の範囲外のものなどは電技解釈に取り入れられていないが、その考え方は以下の区分を付して示している。本解説には、IEC 61936-1 の全ての条文が網羅されているが、各条文の位置づけについては、それぞれの条文に付している区分記号を参照されたい。

また、各条文の取入可否の一覧表を「条文取入検討表」として巻末に示している。

①取入可とする箇条

a．考え方：電技省令で規定する保安水準と同等以上（具体的には電技解釈と同等以上の内容）の IEC 61936-1 条文を取入可とする。

b．分類：規定内容により３つに区分整理する。

Ⅰ．具体的に規定　Ⅱ．定性的に規定　Ⅲ．民間規格的な内容を規定

②取入否とする箇条

a．考え方：前項以外で、電技省令の保安水準を満たしていない箇条や、電技省令外の箇条は取入否とする。

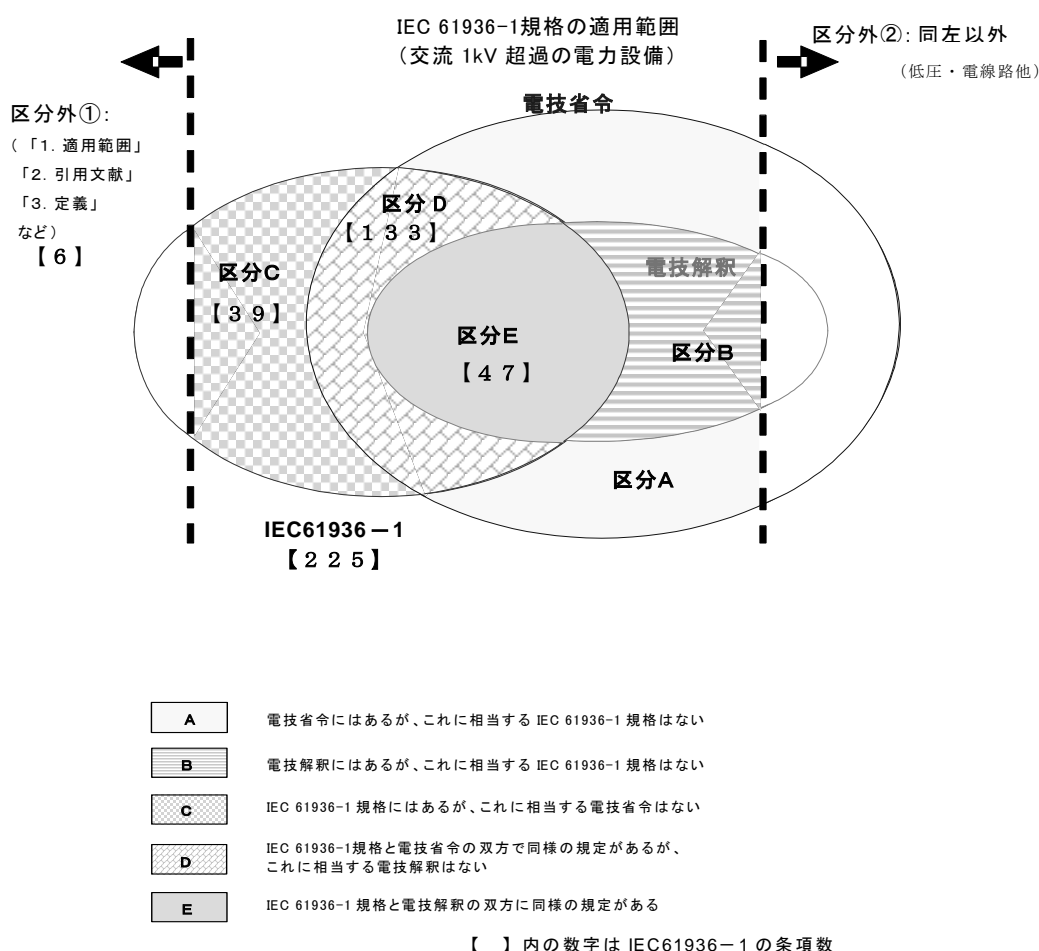
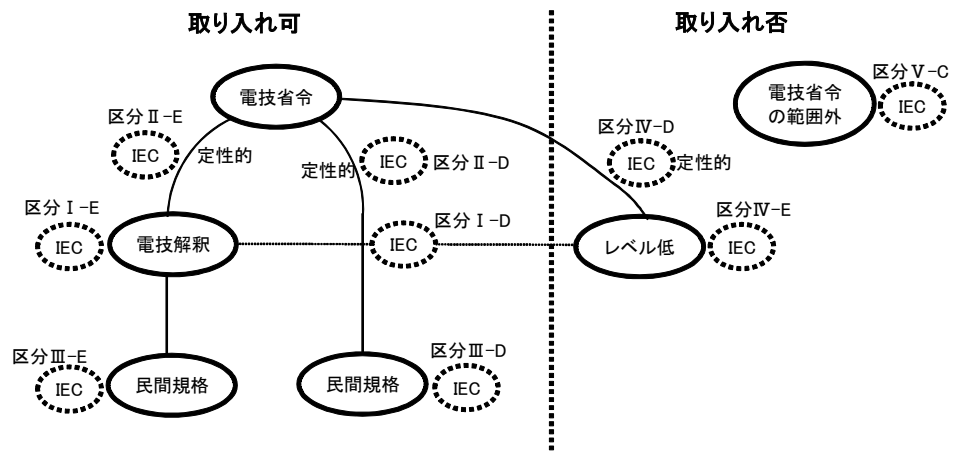
b．分類：規定内容により２つに区分整理する。

Ⅳ．電技省令で規定する保安水準を満たさない規定（電技解釈よりも緩い規定）

Ⅴ．電技省令の範囲外の規定

（IEC 61936－1 と電技省令・電技解釈との対応関係）

A	電技省令にはあるが、これに相当する IEC 61936-1 規格はない
B	電技解釈にはあるが、これに相当する IEC 61936-1 規格はない
C	IEC 61936-1 規格にはあるが、これに相当する電技省令はない
D	IEC 61936-1規格と電技省令の双方で同様の規定があるが、これに相当する電技解釈はない
E	IEC 61936-1 規格と電技解釈の双方に同様の規定がある

【　】内の数字は IEC61936－１の条項数

区分の考え方（IEC61936-1箇条の取入可否および電技との対応関係）

		E	D	C	IEC規格の区分
	Ⅰ	＊	＊	―	解釈と同等に具体的
取入可	Ⅱ	＊	＊	―	定性的
↑	Ⅲ	＊	＊	―	民間規格・マニュアル並み
↓	Ⅳ	＊	＊	―	レベル低、異概念
取入否	Ⅴ	―	―	＊	省令外
		省令・解釈あり	省令あり解釈なし	省令外	

＊区分として存在するもの

取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第３条（適用除外）
　電技解釈第２条（適用除外）
■関連規程類
　なし
■第１章の解説
1.　規制の対象および対象外となる設備について
　IEC 61936-1 では、第１章『適用範囲』において、本規格の適用対象となる電気所および設備について規定している。また、「離れた設備間の架空線及び地中線」など８項目を規制の対象外としている。ここで、“離れた設備間”とは、発・変電所間の電気設備を指している。従って、我が国の架空送電線・地中送電線・配電線路は適用除外となる。自家用構内の電線路については、改訂前はd)項によって適用対象である旨の記述がなされていたが、改訂後はその部分が削除されたこと、続く対象電力設備の列挙からも改訂前にあった「電線路」が削除されていること、後の各規定においても線路関係の記述はほとんどないことなどから、構内についても電線路は適用対象外であることが明確化された。ただし、機器間を接続する短い線路は対象であることが 2008 年の IEC／TC99 委員との意見交換会の際に明確になっている。
　また、今回b)項が追加され、閉鎖電気運転区域外に設置する柱上変圧器は適用対象であることが明確化された。
　なお、電技省令第３条においては、以下を適用除外としている。
　「鉄道営業法、軌道法又は鉄道事業法が適用または準用される電気設備」
　IEC 61936-1 においては電気鉄道は全て適用除外としているが電技省令においては、電気鉄道の敷地内の施設のみが適用除外となる。
　また、船舶、車両または航空機に設置される電気設備については、わが国では、次のとおり電気事業法に定める電気工作物の範囲から除かれている。
「電気事業法第２条に定められている電気工作物の範囲」
　　発電、変電、送電若しくは配電または電気の使用のために設置する機械、器具、ダム、水路、貯水池、
　電線路その他の工作物（船舶、車両又は航空機に設置されるものその他の政令で定めるものを除く。）

2.　IEC 61936 の構成に関して
　IEC 61936-1 は、規格番号が「パート１」であることを示しているが、この規程は高圧・特別高圧の交流設備に関する規程であり、引き続き、直流設備に関する規程の整備が進められている。

3.　その他の留意事項
- o “活線作業の実施”については、我が国では労働安全衛生法により規制されている。
- o “閉鎖電気運転区域”とは、電技省令第１条第８項で定める発電所、変電所およびこれらに類する場所と同等と考えてよい。“これらに類する場所”とは需要家の受電所などを指している。本規格では「3.2.1 閉鎖電気運転区域」に定義されている。なお、電技解釈第 272 条の２第２項には、閉鎖電気運転区域として「高圧又は特別高圧の機械器具を施設する取扱者以外の者が立入らないように施設した部屋又はさく等により囲まれた場所をいう。」と定義されている。
- o IEC 61936-1 は、需要家の構内の電気設備全てを対象としている。
- o “建築物及びフェンス”は電技省令による規制の対象外であるが、本規格では規制の対象としており、第７章に示されている。

取入可	区分外

■対応する技術省令・電技解釈

なし

■関連規程類

なし

■第２章の解説

第１版では巻末の参考文献に掲載されていた規格の多くが本章に追記されている。また、引用規格の改廃が行われたものは最新の規格番号に改訂された。

なお、IEC 62271-100、-102、-103、-104、-105、-106 は、箇条本文の中で引用されておらず、「-103」「-106」についてはまだ未発行（2010 年２月現在）である。

また、IEC 60331-31 は、2009 年５月に規格の改廃により IEC 60331-1 に移行されている。

第 3 章　用語及び定義 (Terms and definitions)

3.1　一般的定義 (General definitions)

3.1.1　電気機器 (electrical equipment)		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第 1 条（用語の定義）第二号
■関連規程類
　発変電規程　第 1-3 条（用語の定義）(16)
■3.1.1 の解説
　電技省令第 1 条及び JEAC 5001-2000（発変電規程）の用語の定義において、「電気機械器具」とは、電路を構成する機械器具のことをいい、本条の電気機器と同じ意味である。
　電気機械器具は、電路の一部となる機械器具の総称である。

3.1.2　公称値 (nominal value)		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.1.2 の解説
　公称値とは、設備を構成する部品、装置、機器又はシステムを指定・識別するための表向き（おおやけ）の数値をいう。

3.1.3　系統の公称電圧 (nominal voltage of a system)		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　JEC-0222（標準電圧）
■3.1.3 の解説
　系統の公称電圧とは、その電線路を代表する線間電圧をいう。具体的な電圧値は「第 5 章　絶縁」の表 1、表 2 で決められているが、日本で使用されている公称電圧は、JEC-0222（標準電圧）による。
（「4.2.2　電圧階級」を参照）

3.1.4　定格値 (rated value)		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.1.4 の解説
　定格値とは、設計時に使用される機器の電圧・周波数等の数値をいう。

3.1.5　設備の最高電圧 (highest voltage for installation)		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　電技解釈第 14 条（電路の絶縁抵抗及び絶縁耐力）

電技解釈第 15 条（回転機及び整流器の絶縁耐力）
電技解釈第 16 条（燃料電池及び太陽電池モジュールの絶縁耐力）
電技解釈第 17 条（変圧器の電路の絶縁耐力）
電技解釈第 18 条（器具等の電路の絶縁耐力）

■関連規程類

発変電規程　第 3-1 条（一般電力用変圧器の電路の絶縁性能）、第 3-2 条（交流の電路に接続する電気機械器具等の絶縁性能）

■3.1.5 の解説

設備の最高電圧とは、設備が使用できる最高電圧で、「第５章　絶縁」の表１、表２に示されている。

電技解釈第 14 条～第 18 条では、絶縁耐力試験の種類及び試験電圧を定めるに当たり、最大使用電圧を基にしており、本条の最高電圧と同じ意味である。

3.1.6　試験された接続部*分（tested connection zone）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.1.6 の解説

試験された接続部分とは、機器の接続端子によって接続された部分において、絶縁が保たれていることを試験により確認が取れている部分をいう。「5.5　試験された接続部分」で、試験された接続部分は、表 1、表２及び付属書Ａによる最小離隔距離の規定は適用されないとされている。

3.1.7　断路*間隔（isolating distance）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.1.7 の解説

断路間隔とは、断路器等で電路を電気的に切り離したときの開路接点間の距離をいう。

3.1.8　断路*（isolation）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.1.8 の解説

断路とは、遮断器、開閉器等により電路を電気的に切り離し絶縁することをいう。なお接地線を切ることは、接地線は電路ではないので断路とは言わない。

○断路ギャップ　：　接点間の間隙（ギャップ）をいう。
○断路間隔　　　：　接点間の（負荷端子と電源端子との）距離をいう。

3.1.9　充電部（live part）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第1条（用語の定義）第一号
■関連規程類
発変電規程　第1-3条（用語の定義）(18)
高圧受電設備規程0030-1（用語）㉔
■3.1.9の解説
充電部とは、電技省令第 1 条の用語の定義の「電路」と同じ意味で、「通常の使用状態で電気が通じているところ」であり、故障時に電流が流れる接地線や誘導により副次的に電位の生じる金具のようなものは含まれない。また、中性線は充電部に含まれるが、慣例によりPEN導体等は充電部には含まれない。ただし、電技省令では、PEN導体も電路に含まれる。
PEN導体、PEM導体、PEL導体のIEVでの定義は以下のとおり。
・PEN導体（保安用接地兼用中性線）(IEV 195-02-12)「3.7.23 PEN導体」参照
「保護導体（接地線）と中性線の両方の機能を兼ねた導体。(conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a neutral conductor)」
・PEM導体（保安用接地線兼用中間線導体）(IEV 195-02-13)
「保護導体（接地線）と中間線の両方の機能を兼ねた導体。(conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a midpoint conductor)」
→　直流回路におけるPEN導体と考えられる
・PEL導体（保安用接地線兼用線路導体）(IEV 195-02-14)
「保護導体（接地線）と線導体の両方の機能を兼ねた導体。(conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a line conductor)」
→　二線式回路（主として直流）における接地側電線

3.1.10　フィーダ（feeder）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
発変電規程　第1-3条（用語の定義）(23)
■3.1.10の解説
フィーダとは、わが国の配電用変電所から引き出される配電線路のことである。
本条では、下記のように、主変電所から二次変電所に至る電線路もフィーダとしている。

図3.1.10-1

3.1.11　鉄共振（ferro-resonance）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.1.11の解説
　鉄共振は、鉄心を有するインダクタンスとコンデンサが電気回路中に共存しているとき、急減な電気的変化による鉄心（インダクタンス）の磁気飽和に起因して発生する。接地型計器用変圧器（EVT）、GIS用のガス絶縁VT、コンデンサ形計器用変圧器（CVT）等で発生することが知られており、以下のような問題点がある。
①VTの二次電圧が正常値とならず、保護リレーや計測装置の正常動作が期待できない。
②磁気飽和を繰り返すため、VTに大きな励磁電流が流れると共に鉄損が急増し、最悪の場合VTが焼損する。
③VTの負担である保護リレーや計測装置が焼損するおそれがある。
④共振周波数が基本波や高調波となった場合、過大な電圧が発生し、絶縁破壊を起こす危険がある。
　鉄共振発生のきっかけは、対象機器への電圧印加、系統故障の発生→復帰、対象機器の二次側回路の短絡→開放などがある。（「6.2.2電力用変圧器とリアクトル　6.2.2.8」「6.2.4.2 計器用変圧器」参照）

3.1.12　過渡過電圧（transient overvoltage）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.1.12の解説
　過渡過電圧とは、雷サージ、開閉サージ等で発生する短時間過電圧であり、時間と共に減衰する異常電圧をいう。

3.1.13　高電圧（high voltage）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第2条（電圧の種別等）
■関連規程類
　発変電規程　第1-3条（用語の定義）(25)(26)
■3.1.13の解説
　電技省令では、交流600Vを超え7000V以下を高圧、7000Vを越えるものを特別高圧としており、IECの高電圧の定義とは相違がある。

3.1.14　低電圧（low voltage）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第2条（電圧の種別等）
■関連規程類
　発変電規程　第1-3条（用語の定義）(24)
■3.1.14の解説
　電技省令では、交流600V以下を低圧としており、IECの低電圧の定義とは相違がある。

3.1.15　運転（operation）		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.1.15 の解説

運転とは、電力設備が機能するために必要なすべての活動をいう。日本語における「運転」の使用は、「保守」を含まないことが一般的であるが、IEC では「保守」を含むこととしており、広義に「運転」と定義している。

3.1.16 通常の運転状態（normal conditions of operation）		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.1.16 の解説

通常の運転状態とは、故障等を除く普通の運転状態のことをいう。

3.1.17 異常な運転状態（abnormal conditions of operation）		
	取入可	区分外
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.1.17 の解説

異常な運転状態とは、故障等により普通の運転状態でなくなる状態をいう。(「4.2.1 中性点接地方法」にて、異常な運転状態中でも機器及び保護システムが適切に動作することが望ましい旨、規定している)

3.1.18　電気的作業（electrical work）		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.1.18 の解説

電気的作業とは、当該電力設備に関する作業はもとより、電力設備近傍で行うものも含めた作業をいう。

3.2　設備に関する定義（Definitions concerning installations）

3.2.1　閉鎖電気運転区域（closed electrical operating area）		
	取入可	区分外
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 1 条（用語の定義）第三号、第四号、第五号

電技省令第 23 条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）

電技解釈第43条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）

■関連規程類

発変電規程　第1-3条（用語の定義）(2)(5)(6)(8)　第1-5条（さく、へい等の施設）

高圧受電設備規程0030-1（用語）⑫ ⑬

■3.2.1の解説

閉鎖電気運転区域とは、電技省令第23条及び電技解釈第43条における、発電所又は変電所、開閉所若しくはこれらに準ずる場所のことである。

3.2.2　火災の危険のある運転区域（operating areas subject to fire hazard）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第69条（可燃性のガス等により爆発する危険のある場所における施設の禁止）

電技解釈第194条（危険物等の存在する場所の低圧の施設）

電技解釈第202条第3項（高圧屋内配線等の施設）

■関連規程類

なし

■3.2.2の解説

「8.6　火災に対する保護　8.6.1　一般事項」において、火花、アーク放電、爆発又は高温を発生する可能性がある機器は、火災の危険のある運転区域で使用してはならないとされている。ただし、機器の構造上、可燃性材料がそれらの機器によって着火しないような場合、又は耐火壁などの特別な予防対策を用いる場合は使用可としている。

電技省令第69条では、「次の各号に掲げる場所に施設する電気設備は、通常の使用状態において、当該電気設備が点火源となる爆発又は火災のおそれがないように施設しなければならない。」と規定されている。

一　可燃性のガス又は引火性物質の蒸気が存在し、点火源の存在により爆発するおそれがある場所

二　粉じんが存在し、点火源の存在により爆発するおそれがある場所

三　火薬類が存在する場所

四　セルロイド、マッチ、石油類その他の燃えやすい危険な物質を製造し、又は貯蔵する場所

電技解釈第202条第3項では、高圧屋内配線を第194条（危険物等の存在する場所の低圧の施設）に準じて施設することを定めている。

3.2.3　液体溜め（sump）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第19条（公害等の防止）第5項、第7項

■関連規程類

発変電規程　第1-7条（絶縁油の構外流出防止）

■3.2.3の解説

液体溜めとは、変圧器等の絶縁油が漏油した場合に溜める貯留槽（雨水流出防止堰、廃油水槽、集油水溜升等）をいう。(図8,9,10参照)

3.2.4　集液タンク（catchment tank）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第19条（公害等の防止）第7項

■関連規程類

発変電規程　第1-7条（絶縁油の構外流出防止）

■3.2.4の解説

集液タンクとは、液体留めで溜まった廃油、雨水等を集積するタンク（集油槽）をいう。（図 8,9,10 参照）

3.2.5　母線（busbar）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
発変電規程　第 3-31 条（母線及び接続導体の構造、性能、施設条件等）
■3.2.5 の解説
母線とは、複数の回路又は部分間の共通の導体（電線）等をいい、接続部、接合部及び絶縁性支持物も含む。

3.3　設備の種類に関する定義（Definitions concerning types of installations）

3.3.1　変電所*（substation）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 1 条（用語の定義）第四号、第五号
■関連規程類
発変電規程　第 1-3 条（用語の定義）(2)(5)(6)
■3.3.1 の解説
電技では、「変電所」とは、構外から伝送される電気を構内に施設した変圧器、回転変流機、整流器その他の電気機械器具により変成する所であって、変成した電気をさらに構外に伝送するものをいっており、構内に施設した開閉器その他の装置により電路を開閉する所である「開閉所とは分けているが、この規格（IEC 61936-1）では「開閉所」も「変電所」の中に含めている。

3.3.2　発電所（power station）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 1 条（用語の定義）第三号
■関連規程類
発変電規程　第 1-3 条（用語の定義）(8)
■3.3.2 の解説
電技では、「発電所」とは、発電機、原動機、燃料電池、太陽電池その他の機械器具を施設して電気を発生させる所をいっており、本条の規定と同様である。

3.3.3　開放形設計の設備（installations of open design）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.3.3 の解説
開放形設計の設備とは、設備を箱に収めないもので施設された開放形設備をいう。（「7.2　開放形屋外設備」「7.3　開放形屋内設備」参照）

3.3.4　閉鎖型設計の設備（installations of enclosed design）		
	取入可	区分外
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.3.4 の解説
　閉鎖形設計の設備とは、キュービクル等設備を箱に収めて閉鎖形に施設された設備をいう。

3.3.5　開閉装置ベイ*又はキュービクル*（switchgear ‘bay’ or ‘cubicle’）		
	取入可	区分外
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.3.5 の解説
　開閉装置ベイ又はキュービクルとは、一つの設備において母線からの電気を分岐させるための部分の装置をいう。

3.4　感電に対する安全手段に関する定義（Definitions concerning safety measures against electric shock）

3.4.1　直接接触保護（protection against direct contact）		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.4.1 の解説
　直接接触保護とは、人が充電部に接近することによって感電することを防止する手段のことをいう。保護の手段としては、エンクロージャによる保護、保護バリアによる保護、保護オブスタクルによる保護、リーチの外側に置く保護がある。（「8.1　直接接触に対する保護」参照）

3.4.2　間接接触保護（protection in case of indirect contact）		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.4.2 の解説
　間接接触保護とは、故障時の漏れ電流、誘導電圧等で間接的に人が感電しないように保護する方法をいう。例えば、地絡故障が発生した場合、遮断器によって電気を切ることにより保護する手段をいう。保護の手段としては、「第 10 章接地システム」で説明されている。（「8.2　間接接触の場合の人的保護手段」参照

3.4.3　エンクロージャ* (enclosure)	
取入可	区分外
*巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.4.3 の解説
　エンクロージャとは、いわゆる外箱等機器を囲い直接接触保護を行うものをいう。

3.4.4　保護バリア* (protective barrier)	
取入可	区分外
*巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.4.4 の解説
　「7.2.1　保護バリア離隔距離」において、保護バリアは、開口部のない高さ 1800mm 以上の固体壁、開口部のある高さ 1800mm 以上のワイヤメッシュ、スクリーンあるいは固体壁のことを言っており、人が意図的に危険区域に侵入しようとしても容易に侵入することを防止するもので、その高さは 1800mm 以上が要求されている。(図 1 参照)

3.4.5　保護オブスタクル* (protective obstacle)	
取入可	区分外
*巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.4.5 の解説
　「7.2.2　保護オブスタクル離隔距離」において、保護オブスタクルは、高さ 1800mm 未満の固体壁又はスクリーン及びレール、チェーン又はロープのことを言っており、人が危険区域に無意識に近づくことを防止するものである。高さが 1800mm 未満のものは、保護バリアではなく、保護オブスタクルとして位置づけている。(図 1 参照)

3.5　離隔距離に関する定義 (Definitions concerning clearances)

3.5.1　離隔距離 (clearances)	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第 28 条（電線の混触の防止）
　電技解釈第 72 条（低高圧架空電線等の併架）等
■関連規程類
　高圧受電設備規程 1120-2（高圧架空引込線の施設）、1120-3（高圧地中引込線の施設）、1120-4（高圧引込線の屋側部分などの施設）、1130-1（受電室の施設）
■3.5.1 の解説

離隔距離とは、2 つの導電性部分間の距離をいう。電技解釈では、電線と弱電流電線や他の電線、建造物との間隔を示している。

3.5.2　最小離隔距離 (minimum clearance)	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.5.2 の解説
最小離隔距離とは、充電部間又は充電部と大地間の許容最小離間距離をいう。「5.3　充電部の最小離隔距離」で、電圧 (耐電圧) 区分ごとの最小離隔距離の値が、表 1、表 2 に示されている。

3.5.3　保護バリア*離隔距離 (protective barrier clearance)	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.5.3 の解説
保護バリア離隔距離とは、保護バリアと充電部との許容最小離間距離をいう。「7.2.1　保護バリア離隔距離」で維持すべき離隔距離を規定している。(図 1 参照)

3.5.4　保護オブスタクル*離隔距離 (protective obstacle clearance)	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.5.4 の解説
保護オブスタクル離隔距離とは、保護オブスタクルと充電部との許容最小離間距離をいう。「7.2.2　保護オブスタクル離隔距離」で維持すべき離隔距離を規定している。(図 1 参照)

3.5.5　危険区域 (danger zone)	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.5.5 の解説
危険区域とは、充電部に対する保護がなく、感電の恐れのある区域をいう。(図 3 の D_L)

3.5.6　近接区域 (vicinity zone)	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.5.6 の解説

近接区域とは、危険区域の外側の区域をいう。(図 3 の D_V)

D_V = N + 1000mm　(U_n ≦ 110kV)

D_V = N + 2000mm　(U_n ＞ 110kV)

(N=最小離隔距離、U_n=公称電圧)

N は充電部の電圧に依存する。(表 1、表 2 及び付属表 A 参照)

3.5.7　作業離隔距離* (working clearance)	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.5.7 の解説

作業離隔距離とは、充電部接近作業において、安全に作業できる距離をいう。(図 3 の D_W:D_L と D_V の間の値)

この距離は、国家の規格及び基準による。なお、わが国は、作業離隔距離を規定していない。

3.5.8　境界離隔距離 (boundary clearance)	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

電技解釈第 43 条(発変電所等への取扱者以外の者の立入の防止)第 2 項

■関連規程類

発変電規程　第 1-5 条(さく、へい等の施設)第 3 項

■3.5.8 の解説

境界離隔距離とは、屋外設備の外部フェンスと充電部との許容最小離隔距離をいう。「7.2.3　境界離隔距離」で維持すべき離隔距離を規定している。(図 2 参照)

固体壁　C = N(最小離隔距離)+1000mm

メッシュ/スクリーン　E = N(最小離隔距離)+1500mm

電技解釈では、さく、へい等と充電部との離隔距離について示されていないが、電技解釈第 43 条の解説では、旧電気技術調査委員会での提案として、解説 43.1 表に「さく、へい等と充電部分との最小離隔距離」が記載されている。同表は発変電規程　第 1-5 条　第 3 項にも記載されている。

(電技解説　解説 43.1 表)

使用電圧	最小離隔距離
7kV 以下	0.5m
7kV を超え 35kV 以下	1.5m
35kV を超え 80kV 以下	2.0m
80kV を超え 115kV 以下	3.0m
115kV を超え 175kV 以下	4.0m
175kV を超えるもの	4m に 175kV を超える 10kV 又はその端数を増すごとに 0.12m を加える

3.5.9　最小高さ（minimum height）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.5.9 の解説
　最小高さとは、アクセス可能な面と充電部との垂直方向における許容最小離隔距離をいう。「7.2.4 アクセス区域の上方の最小高さ」で、保護施設なしの充電部に対し、最小高さは、H=N（最小離隔距離）＋2250mm（最小 2500mm）を維持することが規定されている。また、最小高さ H は最大の導体のたわみを考慮する。（図 3 参照）
　また、アクセス可能な面と架空電線との最小高さ（H'）は下記のとおりである。（図 2 参照）
　　Um≦52kV：H'＝4300mm
　　Um＞52kV：H'＝N＋4500mm（最低 6000mm）
　　（Um＝最高使用電圧）
　なお、電技解釈第 30 条及び第 31 条では、地表から充電部までの高さを次のように規定している。
　　高圧　　　地表上 4.5m 以上（市街地外においては 4m 以上）
　　特別高圧　35kV 以下：5m 以上
　　　　　　　35kV を超え 160kV 以下のもの：6m 以上
　　　　　　　160kV を超えるもの：6m に 160kV を超える 10kV 又はその端数ごとに 12cm を加えた値

3.6　制御及び保護に関する定義（Definitions concerning control and protection）

3.6.1　インタロック装置（interlocking device）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　高圧受電設備規程　1140-1（結線）第 3 項　1140-5 図
■3.6.1 の解説
　インタロック装置とは、開閉器の操作を他の機器の条件を入れて動作するように、錯覚による誤操作を防ぐことをいう。
　典型的な例として、断路器の操作条件として、遮断器が開放していることを条件に入れている。

3.6.2　現地制御（local control）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.6.2 の解説
　現地制御とは、「9.1.11」にあるように遠方制御ではなく現地操作場所（すなわち、開閉装置又は隣接箇所）で操作する場合をいう。

3.6.3　遠方制御（remote control）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.6.3の解説

遠方制御とは、制御される開閉装置から離れた場所から遠隔操作で運転制御を行うことをいう。

3.6.4　自動再閉路（automatic reclosing）		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

発変電規程　第4-19条（配電線路用再閉路装置）

■3.6.4の解説

自動再閉路とは、故障箇所の遮断を行い、整定された時間内に、自動的に遮断器が投入されることをいう。

3.7　接地に関する定義（Definitions concerning earthing）

3.7.1　大地（(local) earth）　（(local) ground）		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.1の解説

大地と接地極は電気的に接触し、接地抵抗が決定される。接地抵抗は、大地の土壌の電気的抵抗に強く影響を受ける。この土壌の電気的抵抗は含水率や温度等の因子に影響を受ける。

3.7.2　基準（遠方）大地*（reference earth）（reference ground(remote earth/ground)）		
	取入可	区分外
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.2の解説

電位を定める基準点の大地は、接地極の周辺で電流が流れた場合、影響を受ける範囲の外側の大地をいう。

3.7.3　接地極（earth electrode）（ground electrode）		
	取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.3の解説

接地極とは、大地としっかり接触し、かつ電気的接続を提供する1導体または導体の集合をいう。一般的には土中に埋め込まれるが、特定の導電性媒体（接地抵抗低減剤やコンクリート）に埋め込まれている場合もある。

3.7.4　接地導体（earthing conductor）（grounding conductor）

取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.7.4 の解説
　接地導体とは、主接地端子から接地極までの導体で一般的に接地線をいう。ただし、接地線の途中に断路器等が設置されている場合は、断路器より接地極側の接地線をいう。なお、機器から主接地端子までは保護導体（PE）という。

3.7.5　保護ボンディング*導体（protective bonding conductor）

取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.7.5 の解説
　保護ボンディング導体とは、等電位ボンディング（露出導電性部分相互及び系統外導電性部分とを互いにつなぐことによって、危険な接触電圧を低減するために電位を等しくすること）にするための導体をいう。

3.7.6　接地システム（earthing system）（grounding system）

取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.7.6 の解説
　接地システムとは、機器又はシステムを接地するために必要な接続や装置の組合せをいう。

3.7.7　接地棒（earth rod）（ground rod）

取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.7.7 の解説
　接地極の種類には、棒状、メッシュ状があり、棒状電極の場合、電極からの距離が大きくなるほど円周上の電位が逓減する。また、土に埋設することで電位が小さくなり、かつ電位傾度も逓減する。
　メッシュ接地は変電所等に用いられ、メッシュ間隔によって大地電位上昇が違ってくる。

3.7.8　構造体利用接地極（structural earth electrode）

取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　電技解釈第 22 条（水道管等の接地極）

■関連規程類
なし
■3.7.8の解説
構造体利用接地極とは、本来の目的は接地をとることではないが、大地と導電性の接触を持ち接地極としての機能を満たす金属製のものをいう。注記の例に挙げられているスチール構造物とは、建物の中の（電気的に接続が確認された）鉄筋・鉄骨のことを指している。
電技解釈第 22 条において、金属製水道管、建物鉄骨、その他の金属体を接地極に使用する場合が規定されている。

3.7.9　土壌の電気抵抗率、ρ_E（electric resistivity of soil，ρ_E）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.7.9の解説
土壌の電気抵抗率は、土壌の種類、含水率および温度により変化する。「電気工学ハンドブック」（電気学会編）では、土壌の電気抵抗率を下記のように表している。

土壌の種類	抵抗率
水田湿地（粘土質）	～ 150〔Ω・m〕
畑地（粘土質）	10 ～ 200〔Ω・m〕
水田・畑（表土下砂利層）	100 ～1000〔Ω・m〕
山地	100 ～2000〔Ω・m〕
山地（岩盤地帯）	2000 ～5000〔Ω・m〕
河岸・河床跡（砂利玉石積）	1000 ～5000〔Ω・m〕

3.7.10　接地抵抗、R_E（resistance to earth，R_E）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
電技解釈第19条（接地工事の種類）
■関連規程類
発変電規程　第6-4条（接地抵抗値）
高圧受電設備規程1160-2（接地工事の接地抵抗値及び接地線の太さ）
■3.7.10の解説
接地抵抗とは、接地極と大地との間の電気抵抗のことをいう。
接地抵抗値については、電技解釈第19条に規定されているが、この規格（IEC 61936-1）では規定がなく、「3.7.14　（実効）接触電圧、U_T」で接触電圧が規定されている。サージ電圧については、虚数部を考慮する必要がある。

3.7.11　接地インピーダンス、Z_E（impedance to earth，Z_E）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし

■3.7.11 の解説
接地インピーダンスは、接地される物と基準大地間のインピーダンスを示しており、その間に使われる接地線のインピーダンスも含まれる。その値は周波数によって異なる。
架空接地線とは、次のような場合に使用する接地線のことをいう。
「柱上変圧器の接地工事は施設箇所で行うのが原則であるが、土地の状況によってその直下で規定の接地抵抗値が得られない場合には、施設箇所から 200m 以内の箇所まで接地線を施設して良いことが電技解釈で規定されている。その際に使用される、低圧配電線と併架される接地線のことをいう。」

3.7.12 大地電位上昇、(EPR), U_E (earth potential rise,(EPR) , U_E)	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.7.12 の解説
大地電位上昇とは、雷電流又は地絡故障電流が接地システムに流れた時に発生する電圧（接地システムと基準大地との電位差）をいう。

3.7.13 対地電位（potential）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.7.13 の解説
対地電位とは、機器等の充電部の測定箇所に発生する電圧（測定箇所と基準大地との電位差）をいう。

3.7.14 （実効）接触電圧、U_T（(effective) touch voltage, U_T）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
該当条項なし
■関連規程類
なし
■3.7.14 の解説
接触電圧とは、充電部又は地絡電流が流れている電気機器に人間が接触した場合にある電位差が人体に印加された場合に発生する電圧のことをいう。「10.2.1 安全基準」で、図 12「接触電圧限度」が示されており、その算出式は付属書 B に示されている（図 12 は、IEC/TS 60479-1(2005-07)から導き出した、人体インピーダンス母集団の 50%値、及び電流限界 C2 曲線（心室細動の確率が 5%未満に対応している)。
（参考）電技解釈第 28 条解説（抜粋）
接触電圧、歩幅電圧については、これをいくらにすべきかという確定した結論はだされていないが、一例として、AIEE（アメリカ電気学会）の委員会報告として次のような値が示されている（C.F.Dalaziel 博士により、人間が耐え得る衝撃電流の値として示されたもの。）なお時間に関係のない危険接触電圧としては、ドイツで 65V、スイスで 50V、イギリスで 40V というような低い値がとられている。わが国の中性点直接接地系統の発変電所等の構内では、作業員は、ゴム靴等をはいているし、故障時間も短いことから、一般に、歩幅電圧や接触電圧としては、150V が目安とされている。

3.7.15　推定接触電圧 U_{vT} (prospective touch voltage, U_{vT})

取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.15 の解説

推定接触電圧とは、通常の状況（履き物の存在（両足）と床の抵抗の両者を考慮したもの）における人間の電気的インピーダンスにより算出した接触電圧をいう。推定接触電圧と遮断時間の間の関係は IEC 61200-413 では次のように示されている。

推定接触電圧（V）	電気的インピーダンス Z（Ω）	人体通過電流 I（mA）	事故遮断時間 t（s）
≦50	1725	29	∞
75	1625	46	0.60
100	1600	62	0.40
125	1562	80	0.33
220	1500	147	0.18
300	1460	205	0.12
400	1425	280	0.07
500	1400	350	0.04

3.7.16　歩幅電圧、U_S (step voltage, U_S)

取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.16 の解説

歩幅電圧とは、人間が地絡電流が流れている構内の大地に立っていたとき、電位分布のある電位差が両足の間から人体に印加された場合に発生する電圧のことをいう。

歩幅電圧は、両足の間隔が 1mの場合の電位差で評価される。

3.7.17　移行電位 (transferred potential)

取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.17 の解説

移行電位とは、地絡故障電流により発変電所等の対地電位が上昇し、発変電所等から引出している電話線、遠方制御ケーブル、水道管などを通じて、発変電所等の外部に電位が発生した箇所と基準大地との電位差をいう。

3.7.18　ストレス電圧 (stress voltage)

取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.7.18 の解説
　ストレス電圧とは、地絡故障中に発生する接地部分又は機器・装置のエンクロージャと、その部品の他の部分との間に発生する電圧のことをいう。機器の絶縁強度を超過した電圧となると、絶縁破壊する危険性がある。

3.7.19　総括接地システム（global earthing system）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.7.19 の解説
　総括接地システムとは、隣接する接地システムが連結されそれぞれのシステムが等電位となっており、危険な接触電圧が発生しないように保障するシステムである。ただし、このシステム等電位面は完全な等電位ではなく、ある程度（50V 程度）の電位差があっても等電位面とみなせる。これを擬似等電位面という。（「第10 章　接地システム」参照）

3.7.20　多点接地された高電圧中性線（multi-earthed (multi-grounded) HV neutral conductor）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.7.20 の解説
　多点接地された高電圧中性線とは、中性点接地式の配電線において、中性点接地が複数個所で規則的に施され、電源変圧器の接地システムにも接続されている場合の、使用される中性線をいう。
　カナダでは、配電線の中性線が多点接地されてつながっており、本用語の形態と思われる。

3.7.21　露出導電性部分（exposed conductive part）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類
　なし
■3.7.21 の解説
　露出導電性部分とは、電気機械器具の鉄台、金属製外箱等、通常は充電されておらず、地絡故障等の故障時に充電部となり接触する可能性のある電気機械器具の導電性部分をいう。

3.7.22　系統外導電性部分（extraneous conductive part）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈
　該当条項なし
■関連規程類

なし

■3.7.22 の解説

系統外導電性部分とは、電気設備以外の接地電位をもつ導電性部分をいう。例えば、建物の部材（鉄筋、鉄骨）、金属製工作物（ダクト等）、金属製配管（水道管、ガス管等）がある。

3.7.23　PEN 導体（PEN conductor）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.23 の解説

PEN 導体とは、保護導体（PE）と中性線（N）が一つの導体として組み合わされた導体である。

3.7.24　地絡故障（earth/ground fault）	
取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.24 の解説

地絡故障は、充電部への落雷、充電部への樹木の接触および充電部の絶縁不良により発生する。同一系統内の異なる（あるいは複数）地点で地絡故障が同時に発生した場合、2 相地絡となり、大きい地絡電流が流れる。

3.7.25　地絡電流、I_F（earth fault current, I_F）	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技解釈第 19 条（接地工事の種類）第 3 項

■関連規程類

なし

■3.7.25 の解説

地絡電流とは、主回路から故障箇所を通じて大地へ流れる電流をいう。電技解釈第 19 条 3 項で、高圧側電路の 1 線地絡電流の計算式について規定している。

3.7.26　変圧器中性点循環電流（circulating transformer neutral current）	
取入可	区分外

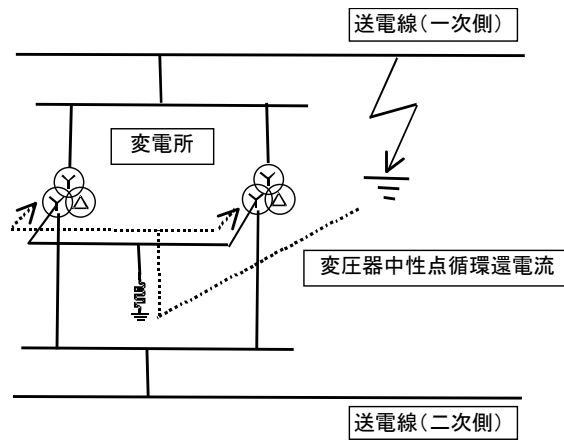
■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

なし

■3.7.26 の解説

変圧器中性点循環電流とは、変圧器の中性点が接地されている場合、地絡故障電流の発生により、変圧器の中性点に戻ってくる故障電流をいう。変圧器中性点循環電流が、接地システムの部分間で過剰な電位差が発生しないようにしなければならない。

抵抗接地方式の場合の中性点接地方式の一例
（変圧器二次側の中性点を共通にしている場合）

第4章　基本的要求事項 (Fundamental requirements)

4.1　一般事項 (General)

4.1.1　一般的要求事項(General requirements)	
取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

なし

■4.1.1の解説

本条は、IEC 61936-1 の各規定の前提となる基本的要求事項に関して、安全確保、品質確保、運用・保守面の考慮事項などにわたり幅広く記述されている。特に、電技解釈で規定しているような施工面の基準に加えて、IEC 61936-1 では、以下のように運用・保守・品質面の要素まで含めて考慮すべきことを規定しているのが特徴的である。

①電力の品質・信頼性・短時間の過渡的状態を考慮すること。

②公衆に加えて操作員の安全を考慮すること。

③増設・保守面を考慮すること。

④停止作業、故障を考慮して設備の分離（区分）を考えること。

⑤短時間の過酷な使用状態における機器損傷の防止を考慮すること。

⑥電圧・周波数などの電力品質確保に適合すること。

4.1.2　供給元（製造者）と使用者との間の合意（Agreements between supplier(manufacturer) and user)	
取入可	区分外
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

発変電規程

高圧受電設備規程

労働安全衛生規則

■4.1.2の解説

本条は、改訂版において追加された規定であり、電力設備の設計・施工に関して、使用者と供給元（製造者）が合意しておかなければならない様々な事項について規定している。各章毎の具体的な内容は一覧表のとおりであるが、設備の設置環境から運転・保守・試験にいたるまで幅広く規定されており、各章の規定の索引的な役割を果たしている規定である。

4.2　電気的要求事項 (Electrical requirements)

4.2.1　中性点接地方法 (Method of neutral earthing)	
取入可	Ⅰ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第10条（電気設備の接地）

電技省令第11条（電気設備の接地の方法）

電技解釈第28条（電気設備の接地）

■関連規程類

発変電規程　第5-1条（電気機械器具等の接地）

高圧受電設備規程　第1160節（接地）

■4.2.1の解説

本条では中性点接地を施す目的のうち重要なものを掲げている。しかし、これ以外の目的で接地することを禁止している訳ではない。また、中性点接地方法の例とその選択基準が示されている。

電技においては、電技省令第 10 条に、接地する場合の基本的な条件を示しており、高圧電路の中性点接地に関しては、電技解釈第 28 条に具体的な方法を規定している。電技に示されている内容は、IEC 61936-1 とその趣旨は同じである。

また、異なる接地形態を持つ電力系統が接続される場合には、そのような条件を踏まえて機器・保護システムの設計をすべきことを規定している。異なる接地形態の例としては、抵抗接地、リアクトル接地などの組み合わせが考えられる。

4.2.2 電圧階級 (Voltage classification)		
	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 2 条（電圧の種別）

電技省令第 5 条（電路の絶縁）

電技解釈第 14 条（電路の絶縁抵抗及び絶縁耐力）

電技解釈第 15 条（回転機及び整流器の絶縁耐力）

電技解釈第 16 条（燃料電池及び太陽電池モジュールの絶縁耐力）

電技解釈第 17 条（変圧器の電路の絶縁耐力）

電技解釈第 18 条（器具等の電路の絶縁耐力）

■関連規程類

JEC-0222-2002（標準電圧）

■4.2.2 の解説

1kV 以上の機器及びシステムの最高電圧は、表 1、表 2 又は付属書 A に示された 3.6kV から 800kV によるべきことを示している。付属書 A に記載されている最高電圧は、IEC によって標準化された値となっておらず参考値扱いのもので、一部の国で使用されている値である。800kV を超える値については、表 2 の注記において「800kV を超える最高電圧の導入は考慮されている」とし、IEC 60038（標準電圧）に 1050kV、1100kV、1200kV が掲載されていることを記載している。なお、IEC 61936-1 現行版では表 1、表 2、及び付属書 A に最高電圧と併せ公称電圧も記載されていたが、、今回の改訂版においては削除されている。

わが国では、機器の公称電圧及び最高電圧については、JEC-0222 に定められており、IEC 規格とほぼ同様な値となっているが、一部異なっているものもある。

4.2.3 通常運転における電流 (Current in normal operation)		
	取入可	区分：Ⅰ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 8 条（電気機械器具の熱的強度）

電技省令第 14 条（過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策）

電技解釈第 3 条（電線の性能）第 2 項

電技解釈第 38 条（高圧又は特別高圧電路中の過電流遮断器の施設）

■関連規程類

発変電規程　第 3-24 条（遮断器及び電力ヒューズの構造、性能、施設条件等）

■4.2.3 の解説

本条は、通常運転における電流が機器の定格値以下であるべきことを規定している。通常運転における条件としては重要な規定であるが、具体的な要求事項については規定されていないため、電技解釈に従って施工することが必要である。

4.2.4　短絡電流（Short-circuit current）	
取入可	Ｉ－Ｅ

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 8 条（電気機械器具の熱的強度）
電技省令第 14 条（過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策）
電技省令第 15 条（地絡に対する保護対策）
電技解釈第 29 条の 3（電気機械器具の熱的強度）
電技解釈第 38 条（高圧又は特別高圧電路中の過電流遮断器の施設）
電技解釈第 40 条（地絡遮断装置等の施設）
■関連規程類
高圧受電設備規程　2120-3（短絡強度協調）、2120-6（短絡電流の計算）
発変電規程　第 3-24 条（遮断器及びヒューズの構造、性能、施設条件等）〔解説 5　短絡容量の計算〕
JEC-2300-1998（交流遮断器）
JEC-2310-2003（交流断路器）
■4.2.4 の解説
本条は、電気設備が短絡電流に安全に耐えるべきことを規定している。具体的な実現手段としては、上記の国内規格及び規程によって施設すれば本条を満足すると考えてよい。
例えば、高圧受電設備規程では高圧配電線の短絡電流が 12.5kA 以下に抑制されていることから、引込線等の電線の太さはこれに耐える 38㎜2 以上のものを使用することを規定している。
接地方式によっては地絡故障の場合にも短絡と同じ程度の電流が流れるので、これを自動遮断装置で保護する必要がある。電技では地絡保護については電技解釈第 40 条において地絡保護装置の設置を義務づけているが、同条第 4 項において非常用照明設備、非常用昇降機等地絡により遮断した場合に停止すると保安上問題のあるものに対しては警報のみで良いとしている。
短絡電流の定格時間については、わが国では JEC に定められており、遮断器、断路器とも 2 秒となっている。故障時には、定格時間以内に故障電流を遮断する必要がある。

4.2.5　定格周波数（Rated frequency）	
取入可	区分：Ⅲ－Ｄ

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
■関連規程類
なし
■4.2.5 の解説
本条は、機器設計条件として定格周波数による運転を満足すべきことを規定している。定格以外の周波数で運転した場合には機器を損傷するおそれがある。

4.2.6　コロナ（Corona）		
ディビエーションあり	取入可	区分：Ｉ－Ｅ

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 16 条（電気設備の電気的、磁気的障害の防止）
電技省令第 42 条（通信障害の防止）第 1 項
電技解釈第 53 条（電波障害の防止）
■関連規程類
なし
■4.2.6 の解説
本条は、電気設備による無線妨害の防止を規定している。電技省令第 16 条は、電気的又は磁気的な障害

防止の一般規定、電技省令第42条第1項は、電線路及び電車線路から無線設備への電波障害の防止、電技解釈第53条は架空電線路から無線設備への電波障害防止とその電波の許容限度を定めている。
　本条で引用しているIEC-CISPR18-1/2/3では無線雑音の測定方法、低減方法を定めているが、架空電線路からの電波の許容限度は電技解釈第53条に従う必要がある。また、開閉装置及び制御装置に対する無線妨害の許容レベルのガイドラインとしてIEC 60694が示されている。
　コロナレベルが許容値を超える場合には抑制対策が必要であり、送電線においては電線を太くしたり、複導体化することが有効である。本条では、変電所における対策例として母線組み立て部品等へのコロナリングの取り付けあるいは締め具の突起部をなくすことをあげている。いずれも電位傾度を均等化してコロナの発生が起こりにくくする対策である。

＜ディビエーション＞
　架空電線路からの電波障害の防止については、電技解釈第53条の規定によること。

4.2.7　電界及び磁界(Electric and magnetic fields)		
	取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第16条（電気設備の電気的、磁気的障害の防止）
　電技省令第27条（架空電線路からの静電誘導又は電磁誘導による感電の防止）
　電技解釈第102条（誘導障害の防止）
■関連規程類
　架空送電規程第10-1条（誘導障害の防止）
■4.2.7の解説
　本条は、電気設備が発生する電界、磁界に関わる人体安全の確保について規定している。電界については、電技省令第27条及び電技解釈第102条において、特別高圧の架空送電線は、地表上1mにおける電界強度が3kV/m以下になるように施設しなければならないことを規定している。磁界については、現在のところ規制値に関わる規定はないが、規制のあり方について検討が進められている。

4.2.8　過電圧(Overvoltages)		
	取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第49条（高圧及び特別高圧の電路の避雷器等の施設）
　電技解釈第41条（避雷器の施設）
■関連規程類
　高圧受電設備規程　第1150-10条（避雷器）
　発変電規程　第3-28条（避雷器等の構造、性能、施設条件等）
■4.2.8の解説
　本条は、電気設備が開閉サージ、雷サージから保護されるべきことを定性的に規定している。具体的には、避雷器の設置などに関して、7.4.2.3項（過電圧に対する保護）あるいは電技解釈及び関連民間規格に従って施設することが必要である。

4.2.9　高調波(Harmonics)		
	取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第16条（電気設備の電気的、磁気的障害の防止）
■関連規程類
　高圧受電設備規程　2110－1（過電流保護協調）、第3編（高調波対策及び電力系統連係）
　高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン

■4.2.9 の解説

本条は、近年整流機器等の普及により高調波電流の割合が増加しており、これに起因するコンデンサ等の焼損故障が発生しているので、是正手段を考慮すべきことを規定している。高調波については、わが国では、「高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」に従うべく指導が行われている。

4.3 機械的要求事項 (Mechanical requirements)

4.3.1 機器及び支持構造物 (Equipment and supporting structures)
4.3.2 引張荷重 (Tension load)
4.3.3 組立時荷重* (Erection load)
4.3.4 氷雪荷重 (Ice load)
4.3.5 風荷重 (Wind load)
4.3.6 開閉動作力(Switching forces)
4.3.7 短絡力(Short-circuit forces)
4.3.8 導体引張力の喪失 (Loss of conductor tension)
4.3.9 振動 (Vibration)
4.3.10 支持構造物の寸法 (Dimensioning of supporting structures)

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）
電技省令第 32 条（支持物の倒壊の防止）
電技省令第 45 条（発電機等の機械的強度）
電技解釈第 50 条（太陽電池モジュール等の施設）第 2 項
電技解釈第 57 条（風圧荷重の種別とその適用）
風技省令第 7 条（風車を支持する工作物の構造耐力）
風技解釈第 7 条・第 8 条（風車を支持する工作物の構造耐力）

■関連規程類

発変電規程第 3-22 条（発電機及び調相機の構造、性能、施設条件等）～第 3-33 条（変電所の耐震設計）
高圧受電設備規程　第 1150 節（機器・電線）

■4.3 の解説

本条は、電気設備における機械的強度の全般的な必要性を規定している。これらの具体的実現手段については、わが国における上記の関連規程類による必要がある。

「通常の荷重事例」については、機器、機器の支持物及びその基礎は正常な荷重に対する機械的応力に耐えなければならないことを定めている。通常荷重としては、静止荷重から風荷重まで 5 種類の荷重に耐えることとしており、それぞれの荷重については、4.3.2 から 4.3.5 に荷重計算の方法等を示している。

「例外的な荷重事例」については、短絡力など例外的な荷重の例を示しており、主として機器に対する機械的強度を定めている。わが国の規定では、電技省令第 18 条で著しい供給支障を防止する観点から、設備の損壊防止の規定があり、また電技省令第 45 条第 1 項では短絡力に対する強度が抽象的に定められているのみである。従って、変電所構内の機器や支持物に対する機械的応力は、わが国の民間規定に従って保安レベルを確保すればよい。風荷重については、わが国の規程では、電技解釈第 57 条において、架空電線路に対する風圧荷重が詳細に定められているので、これを参考にすることができる。

また、太陽電池モジュールの支持物については、電技解釈第 50 条第 2 項に、風車を支持する工作物については、風技省令第 7 条、風技解釈第 7 条・第 8 条に定められているので、参考にすることができる。

なお、地震と震動に対する機械的応力については、4.4.3.5 において定められている。

4.4　気候的及び環境的条件（Climatic and environmental conditions）

4.4.1　一般事項（General） 4.4.2　通常条件（Normal conditions） 4.4.2.1　屋内（Indoor） 4.4.2.2　屋外（Outdoor）

ディビエーションあり	取入可	区分：Ⅲ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 32 条（支持物の倒壊の防止）
電技省令第 51 条（災害時における通信の確保）
電技省令第 68 条（粉じんにより絶縁性能等が劣化することによる危険のある場所における施設）
電技省令第 69 条（可燃性のガス等により爆発する危険のある場所における施設の禁止）
電技省令第 70 条（腐食性のガス等により絶縁性能等が劣化することによる危険のある場所における施設）
電技解釈第 57 条（風圧荷重の種別とその適用）
電技解釈第 67 条（高低圧架空電線の安全率）
電技解釈第 161 条（無線用アンテナ等を支持する鉄塔等の施設）
電技解釈第 239 条の 2（可燃性ガス等の存在する場所における特別高圧電動機又は特別高圧発電機の施設）

■関連規程類

各機器に関する JIS 及び JEC 規格
例えば、JIS C 4620 キュービクル式高圧受電設備等
変電所等における電気設備の耐震設計指針

■4.4 の解説

本条は、保安レベルを補強するものである。それぞれの電気設備設置にあたっての気候及び環境に関する配慮事項は各機器毎に JIS、JEC の規定に従えばよい。今回の改訂版においては、一般事項として、電気設備の設置環境における液体、気体等の存在についても留意すべきことが規定された。

4.1 一般事項のうち、液体の射出、粒子、塵埃、腐食性成分、及び危険な大気の存在については、電技省令第 69 条において、可燃性のガスや引火性物質の蒸気が存在する場所や、火薬類が存在する場所等に施設する電気設備は、電気設備が点火源となり、爆発又は火災の発生のおそれがないようにそれぞれの場所に応じて工事方法及び電気機械器具の構造を選定し、施設することを規定している。ただし、危険地域に対する区域の分類については規定していない。

4.4.2.2. d)の汚損の分類に関する引用規格が、IEC 60071-2「絶縁協調第 2 部：適用の手引」から IEC/TS 60815-1「汚染条件における使用が意図された高電圧がいしの選択及び寸法決定－第 1 部：定義，情報及び一般原則」に変更された。従来は最小表面漏れ距離により汚損レベルを「軽度」～「非常に重大」の 4 分類としていたが、変更後は現地の汚損の厳しさを表す指標として SPS（Site Pollution Severity）を規定し、SPS の値によって次の 5 等級に分類している。

a － 非常に軽度（Very light）
b － 軽度（Light）
c － 中間（Medium）
d － 重大（Heavy）
e － 非常に重大（Very heavy）

「汚損レベルⅡ－中」は従来の分類であり、変更後の分類と一致していない。

4.4.2.2. f）の風速については、電技省令第 32 条において、わが国特有の台風を考慮し、送電線においては 40 m/s と定めている。

無線用鉄塔については、電技省令第 51 条において、災害時を考慮して 60 m/s に定めている。

4.4.2.1 f）および 4.4.2.2 h）の地震については、わが国の地震状況に応じた考慮が必要である。

4.4.2.2 e）の氷雪については、わが国では氷雪の多い地方においては、架空送電線の風圧荷重の条件として、電線の周囲に厚さ 6 ㎜、比重 0.9 の氷雪の付着を想定しており、電技解釈第 67 条に定めている。

<ディビエーション>

地震に対しては、JEAG 5003（変電所等における電気設備の耐震設計指針）、各機器に関する JEC 規格によって施設する必要がある。

風速に対する条件は、省令第 32 条及び省令第 51 条の規定に適合すること。

4.4.3　特殊な条件（Special conditions） 4.4.3.1　一般事項（General） 4.4.3.2　高度（Altitude） 4.4.3.3　汚損（Pollution） 4.4.3.4　温度及び湿度（Temperature and humidity） 4.4.3.5　振動（Vibration）		
ディビエーションあり	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

変電所における電気設備の耐震設計指針

発変電規程第 3-33 条（変電所等の耐震設計）

■4.4.3 の解説

4.4.3.2 の高度については、空気の圧力が低いほど絶縁耐力が低くなるため、高度に応じた絶縁レベルを確保すべき旨規定されている。ここで、定数 Ka は海抜に対応した補正係数である。GIS など圧力がある場合の絶縁は、圧力が一定であるので、高度にはよらない。

4.4.3.3 の汚損については、4.4.2.2. d)の解説の項参照。（汚損の分類に関する引用規格が、IEC 60071-2 から IEC/TS 60815-1 に変更され、従来の汚損レベル「軽度」～「非常に重大」の 4 分類から「 非常に軽度」～「非常に重大」の 5 等級に変更された。「Ⅲ-重大」「Ⅳ-非常に重大」は従来の分類であり、変更後の分類と一致していない。）

4.4.3.5 の振動に対する具体的な設計については、わが国の地震に対する国内規格に従えばよい。

<ディビエーション>

4.4.3.5（振動）

地震に対しては、JEAG5003（変電所等における電気設備の耐震設計指針）、各機器に関する JEC 規格によって施設する必要がある。

4.5　特別要求事項（Special requirements）

4.5.1　小動物及び微生物の影響（Effects of small animals and micro-organisms）		
	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

発変電規程第 5-21 条（小動物侵入防止設備の施設）

高圧受電設備規程　1130-1（受電室の施設）

■4.5.1 の解説

本条は、省令・解釈には規定されていない内容であるが、保安レベルを補強するものである。具体的な実現手段については、上記民間規程に従えばよい。機器内に小動物が侵入した場合には停電を引き起こすおそれがあるため防止が必要である。

4.5.2　騒音レベル (Noise level)

ディビエーションあり | 取入可 | 区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第 19 条（騒音規制）第 8 項
■関連規程類
　発変電所等における騒音防止対策指針
　発変電規程第 1-8 条（騒音の防止）
■4.5.2 の解説
　本条は、騒音レベルの抑制についての総括的な考え方を示したものである。具体的な実現手段については、上記電技省令及び民間規格に従えばよい。

＜ディビエーション＞
　騒音については、省令 19 条 8 項の規定によること。

4.5.3　輸送(Transport)

取入否 | 区分：Ｖ－C

■対応する電技省令・電技解釈
　なし
■関連規程類
　道路法
■4..の解説
　本条は、変電所などの設計において、大型変圧器の輸送・保管の制約を考慮すべきことを定性的に規定している。設計・施工にあたって重要な事項ではあるが、電技の範囲ではないため、道路法その他関連の国内法令に従う必要がある。

第5章　絶縁（Insulation）

5.1　一般事項（General）

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第5条（電路の絶縁）第2項

■関連規程類

JEC-0102（試験電圧標準）

■5.1の解説

本章は、高圧又は特別高圧の設備において、その設備の絶縁健全性の確保を目的に絶縁レベルの選定、検証及び充電部の最小離隔距離の確保等を規定している。

IEC 60071-1（絶縁協調－第1部　定義、原理および規則）は、機器の試験電圧の定義、最高電圧に対する試験電圧などの一般原則を規定しており、我が国ではIEC 60071-1を基としてJEC-0102（試験電圧標準）が作成されているが、試験電圧値や試験方法には我が国の事情などを考慮しており、機器に対する商用周波長時間試験の導入など、IECとは若干の差異がある。

5.2　絶縁レベルの選定（Selection of insulation level） 5.2.1　中性点接地方式の考慮すべき事項（Consideration of methods of neutral earthing） 5.2.2　定格耐電圧の考慮すべき事項（Consideration of rated withstand voltages）

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第5条（電路の絶縁）第2項

■関連規程類

JEC-0102（試験電圧標準）

■5.2の解説

電路の絶縁レベルは、IEC では、IEC 60071「絶縁協調」が規定しており、本規格はそれを引用している。わが国では電技で雷インパルス耐電圧試験値、交流耐電圧試験値等は規定していないが、JEC-0102「試験電圧標準」で規定している。絶縁レベルの耐電圧値はIECとJECでは多少異なるが、実質的な差は認められない。

この理由について、JEC-0102-1994に以下の通り記載されている。

・電力系統の電圧系統が欧米のそれと異なる
・系統構成や中性点接地方式が異なる
・絶縁協調の基準となる避雷器の特性や配置の考え方が異なると想定される
・既設設備との連続性に配慮する必要がある
・内部絶縁に対する非破壊試験として評価されている長時間商用周波耐電圧試験を導入している

5.2.1絶縁レベルの選定の具体例

たとえば、表1の公称システム電圧220kVの系統においては、定格雷インパルス耐電圧値を650kV、750kV、850kV、950kV、1050kVから選定できる。絶縁レベルの選定に当たっては、システム構成、中性点接地方式又は避雷器による保護等が適切な場合(サージ解析による結果が想定より低い場合)、絶縁レベルを下げることが可能で、650kV、750kV等の定格雷インパルス耐電圧値を選定できる。一方、システム構成、中性点接地方式又は避雷器による保護等が適切でない場合(サージ解析による結果が想定より高い場合)、絶縁レベルを上げることが必要で、950kV、1050kV等の定格雷インパルス耐電圧値を選定する必要がある。

JEC-0102(試験電圧標準)長時間商用周波耐電圧試験の例

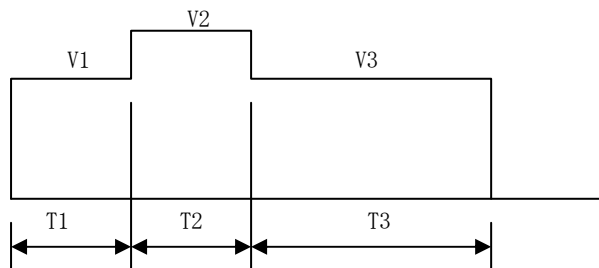
時間商用周波耐電圧試験については長時間部分と短時間部分を下図のパターンで組み合わせて実施することと規定されており、全印加時間にわたって規定電圧に耐えること及び部分放電測定を行い確認する。試験電圧印加時間については、短時間部分は1分、長時間部分は個別機器の規格によることになっている。

変圧器の例では

V1=1.5E　　T1=5 分

V2=2E　　　T2=1 分

V3=1.5E　　T3=1 時間

E=Um／√3

5.2.2 付属書 A(表 A.1、A.2 及び A.3)の説明

IEC の標準外、一部の国における現在の慣行に基づく定格絶縁レベルの例を付属書 A に示している。表 A.1 は機器の最高電圧 2.75kV～27kV(電圧範囲Ⅰ)のものについて、表 A.2 は機器の最高電圧 30kV～204kV(電圧範囲Ⅰ)のものについて、定格短時間商用周波耐電圧、定格雷インパルス耐電圧及び最小離隔距離（対地間、相間）の関係を示している。また、表 A.3 は機器の最高電圧 362kV～550kV(電圧範囲Ⅱ)のものについて、定格短時間商用周波耐電圧、定格雷インパルス耐電圧、定格開閉インパルス耐電圧及び最小離隔距離（対地間、相間）の関係を示している。

5.3　耐電圧値の検証（Verification of withstand values）	
取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 5 条（電路の絶縁）第 2 項

■関連規程類

JEC-0102（試験電圧標準）JESC E 7001-1998（電路の絶縁耐力の確認方法）

JEC-2200（変圧器）

JEC-2350（ガス絶縁開閉装置）

■5.3 の解説

電技第 5 条第 2 項は、高圧・特別高圧の電路の対地絶縁性能の評価方法を規定している。電技解釈は JESC E7001 による常規対地電圧による現地耐電圧試験を規定し、電気工作物の絶縁レベルを判定する要件としている。

すなわち、JEC、JIS に基づき工場において耐電圧試験を実施したものは、技術基準における絶縁性能を満足しているものとし、現地据付状態における最終確認として常規対地電圧を一定時間印加する方法を「電技解釈」に基づく現地耐電圧試験と同様に所定の絶縁性能を確認する一つの方法として認めている。

図 5.2.1-1

一方 IEC は電路に使用する機器の「対地間・相間離隔距離」、「定格短時間商用周波耐電圧」および「定格雷インパルス耐電圧」を規定しているが、現地耐電圧試験は規定していない。

現地耐電圧について、海外では法的規制はないが、多数の製造者および使用者が試験を実施している。

国内との比較を、ＧＩＳと変圧器について示す。

1. GIS

海外では、多数の製造者または使用者が商用周波耐電圧および振動性インパルス耐電圧試験を実施している。振動性インパルス耐電圧試験は、商用周波耐電圧試験で検出できない小さい金属異物の検出が可能である等の特長がある。現地試験電圧の値は日本に比べ高く規定されている。この背景には、IEC では工場においても現地においても高い電圧を印加することによって異物や突起を閃絡させるという思想(スクリーニング)がある。「たとえば、IEC 517－1990 c1.7.107.1 に現地耐電圧の際に絶縁破壊した場合の対処として、再度印加するというものがある。」

2. 変圧器

海外規格 IEC において変圧器については、現状現地耐電圧試験の規定はなく、絶縁性能の検証は工場試験にゆだねられている。また、ANSI/1EEE C57.12.11－13 に現地据付・試験に関する記述があり、絶縁油に関する試験を規定しているが、直接絶縁性能の確認をする耐電圧試験の規定はない。

5.4　充電部の最小離隔距離 (Minimum clearance of live parts)

5.4.1　一般事項 (General)
5.4.2　電圧範囲Ⅰにおける気中最小離隔距離 (Minimum clearances in voltage range I)
5.4.3　電圧範囲Ⅱにおける気中離隔距離 (Minimum clearances in voltage range II)

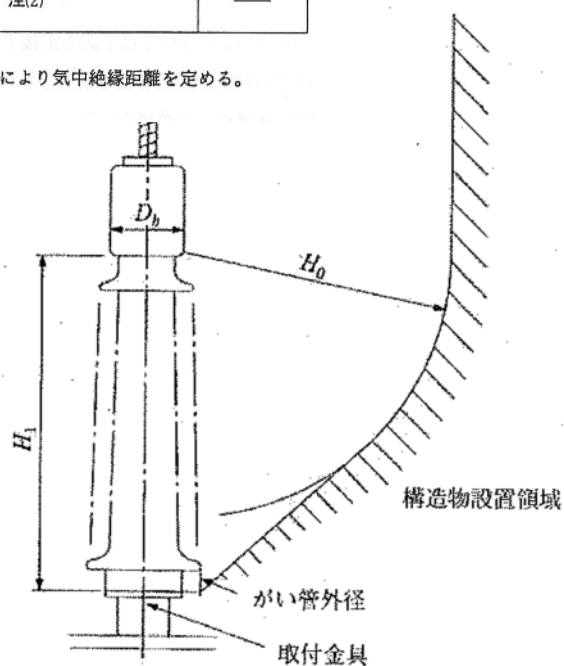
ディビエーションあり	取入可	区分：Ⅲ－D
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第5条 (電路の絶縁) 第2項
■関連規程類
　JEC-2200(変圧器)の表Ⅲ－5 (気中絶縁距離および絶縁距離設定のための寸法)
■5.4の解説
　充電部の最小離隔距離は、IECでは、IEC 60071「絶縁協調」が規定しており、本規格はそれを引用している。わが国では唯一JEC-2200「変圧器」でのみブッシングの気中絶縁距離を規定しており、他の機器については各々独自の基準で運用しているのが実態である。IEC で前提としている運転電圧、接地方式がわが国とは異なるために、避雷器定格、耐電圧試験電圧値に相違が生じ、結果として最小離隔距離の値はIECと異なっている。
　わが国では、IEC 60071 をそのまま適用できる系統条件が少ないために、IEC 60071 と同じ考え方でわが国の系統条件に対して使用できる規格をJEC-2200 (変圧器) として定めて準用しているものである。本規格で言う最小離隔距離(N)に相当する気中最小離隔距離(H_0)等については、JEC-2200(変圧器)の表Ⅲ-5 及び図Ⅲ-1を参照。
<ディビエーション>
　気中最少離隔距離の値は、JEC-2200-1995「変圧器」の表Ⅲ-5 の気中絶縁距離(H_0)および絶縁距離設定のための寸法(H_1)に規定される気中絶縁距離の最小値によること。

（参考） JEC-2200（変圧器）の表Ⅲ—5 及び図Ⅲ-1

表Ⅲ-5　気中絶縁距離（H_0）および絶縁距離設定のための寸法（H_1）

公称電圧(kV)	線路端子 試験電圧値 (kV) 短時間交流耐電圧試験	線路端子 試験電圧値 (kV) 雷インパルス耐電圧試験	線路端子 気中絶縁距離(H_0) 最小値 (mm) (Ⅲ-3.1(1),(2),(3)の距離)	線路端子 絶縁距離設定のための寸法(H_1) (mm)	中性点端子 試験電圧値 (kV) 短時間交流耐電圧試験	中性点端子 試験電圧値 (kV) 雷インパルス耐電圧試験	中性点端子 気中絶縁距離(H_0) 最小値 (mm) (Ⅲ-3.1(1)の距離)	中性点端子 絶縁距離設定のための寸法(H_1) (mm)
3.3	10 16	30 45	30 45	110	10 16	30 45	30 45	110
6.6	16 22	45 60	45 65		16 22	45 60	45 60	
11	28	75 90	100 110	160	28	75 90	100 110	160
22	50	100 125 150	150 225 225	270	50	100 125 150	150 225 225	270
33	70	150 170 200	225 315 330	370	70	150 170 200	225 315 330	370
66	140	350	630	650	140	350	630	650
77	160	400	730	750	160	400	730	750
110	230	550	1,050	1,250	140 230	350 550	630 1,050	650 1,250
154	325	750	1,450	1,500	185 325	450 750	840 1,450	900 1,500
187	—	650 750	1,250 1,450	1,500	70 140	— 350	225 630	370 650
220	—	750 900	1,450 1,700	2,210	70 140	— 350	225 630	370 650
275	—	950 1,050	2,050 2,050	2,200	70 185	— 450	225 840	370 900
500	—	1,300	注(1)	4,950	70	—	225	370
		1,550	相間　対地 3,500　3,100		注(2)			——

注(1)　ガス絶縁母線方式のため気中絶縁距離を規定しない。
(2)　系統条件を考慮して，注文者と製造者の協議により定める。その試験電圧値により気中絶縁距離を定める。

図Ⅲ-1　絶縁距離の設定方法

5.5　特殊条件下の部分間の最小離隔距離 (Minimum clearance between parts under special conditions)

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第５条（電路の絶縁）第２項

■関連規程類

なし

■5.5 の解説

本条項は、電気設備設計の考え方を示したものであり、国内では機器規格あるいは仕様書に記載している事項である。

① 位相が異なる可能性がある１つの設備の部分間とは、位相が 180 度逆になる設備が接近する場合を言う。これは、ドイツの例で旧東西ドイツ系の両システムが併設された場合などに発生する。

② JEC では異なる絶縁レベルの設備間の最小離隔距離を規定していない。しかし、わが国の規程（計算式：JEC-0102）で算出した商用周波電圧に対する離隔距離が確保できていることが確認されている。

③ 充電部の最少間隔は、IEC では、IEC 60071「絶縁協調」が規定している。本条項は導体が短絡の影響で振れる場合でも最小離隔距離の 50%を確保することにより、商用周波電圧に対して絶縁破壊を起こさずに運転継続することが目的である。しかし、わが国の規程（計算式：JEC-0102）で算出した商用周波電圧に対する離隔距離が確保できない数値があることが、図 5.4-1 に示す通り確認されている。

④ 本条項は風の影響で導体が振れる場合でも最小離隔距離の 75%を確保することにより、雷サージ、開閉サージ、商用周波電圧に対して絶縁破壊を起こさずに運転継続することが目的である。しかし、わが国の規程（計算式：JEC-0102）で算出した 75%雷サージ過電圧に対する離隔距離が確保できない数値があることが、図 5.4-2 に示す通り確認されている。

⑤ 碍子連破断による影響防止については碍子破断が碍子のアークによる被害が主であり、この対策としてアークホーンやリングの効果により適切な処置をしているため、国内では特に問題とされていない。

⑥ 単巻変圧器は、高圧、低圧巻線が共通になっており実質的に高･低圧巻線間の絶縁が保たれていないため、系統の接地条件及び中性点の接地条件によって線路地絡故障時または線路の過渡現象により異常電圧を発生する可能性がある。単巻変圧器の運転には、系統及び単巻変圧器の中性点共に接地の場合が、最も好条件である。

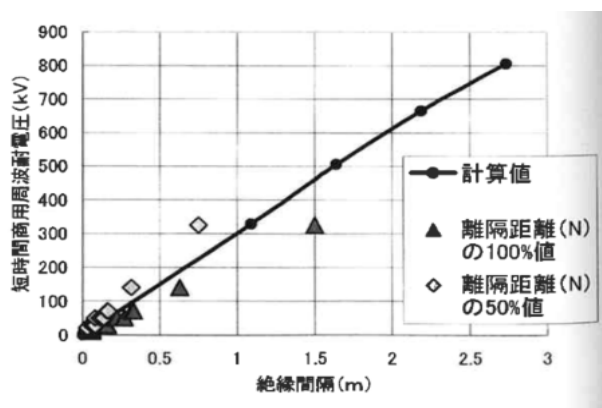



図 5.5-1：短時間商用周波耐電圧に対する離隔距離(50%)の比較
注）計算値は標高 1000m、標準気象条件化の-3σ値に対する離隔距離である。

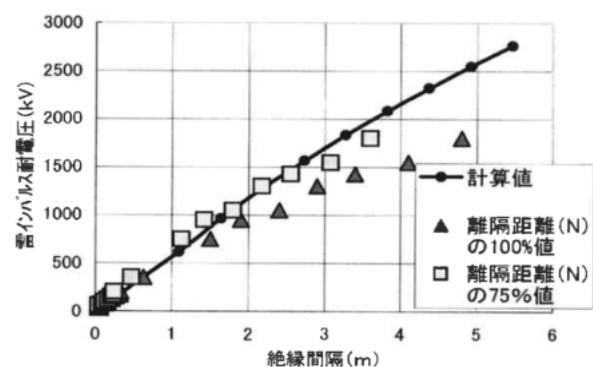



図 5.5-2：雷インパルス耐電圧に対する離隔距離(75%)の比較
注）計算値は標高 1000m、標準気象条件化の-3σ値に対する離隔距離である。

図 5.5-1、図 5.5-2 の出展：平成 14 年度　電気設備技術基準国際化調査(電気設備)　報告書

5.6 試験済設備の接続部*分（Tested connection zones）

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第５条（電路の絶縁）第２項

■関連規程類

なし

■5.6 の解説

試験済設備の接続部分については、民間マニュアル並みの試験をしていれば問題ないと考えられる。

製造者から示されるものとしては、据付要領書及び運転マニュアル等がある。

形式試験(TYPE TEST)は、「ある形式の機器の諸性能がその規格を満足するか否かを検証するために行う試験」で、この考え方は IEC と JEC では一致しており(変圧器、遮断器で確認)、ここで言う形式試験の意味合いも日本で通常言うところの意味合いと同様と考えてよいと思われる。従って、ここでは、絶縁形式試験をやった機器の接続部分については、試験不要で離隔距離も不要と解釈できる。

第6章　機器 (Equipment)

6.1　一般的要求事項 (General requirements)

6.1.1　選定 (Selection) 6.1.2　法令適合性 (Compliance) 6.1.3　人の安全 (Personnel safety)

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条(電気設備における感電、火災等の防止)
電技省令第9条（高圧又は特別高圧電気機械器具の危険防止）
電技省令第10条（電気設備の接地）
電技省令第11条（電気設備の接地の方法）
電技省令第14条（過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策）
電技省令第44条（発変電設備等の損傷による供給支障の防止）
電技省令第59条（電気使用場所に施設する電気機械器具の感電、火災等の防止）
電技省令第65条（電動機の過負荷保護）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第329条（電気機械器具の囲い等）
電気事業法に基づく保安規程　施行規則第50条

■6.1の解説

6.1.1選定(Selection)のb)、c)の文章は判りにくいが、以下の意味と考えられる。

b) 電気的影響、例えば、雷撃による送電線地絡時に発生する雷過電圧や、遮断器動作時に発生する開閉サージなどに対しても、損傷等なく正常に機能を維持すること。機械的影響、例えば（想定内の）地震などに対しても正常に機能を維持すること。

c) 想定内の過負荷や異常運転、故障が発生しても周囲に危険を及ぼすような損傷には至らないこと。

電気設備技術基準、労安法第329条が、主として“保安”について、規定しているのに対し、6.1.1のb)とc)は、想定内の異常状態における設備や機器の性能・機能について規定している。

6.1.2は、電磁両立性(EMC)及び規格への安全面に関する導入について注意を喚起しており、必要な場合は使用者が追加の要求事項を定めなければならないとしている。

6.1.3は安全に関する注意事項等を規定したものである。

6.2　個別要求事項 (Specific requirements)

6.2.1　開閉装置 (Switching devices) ①

取入可	区分：Ⅰ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第14条（過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策）
電技解釈第38条（高圧又は特別高圧電路中の過電流遮断器の施設）4項

■関連規程類

発変電規程　　第3-24条（遮断器及び電力ヒューズの構造、性能、施設条件等）、
　　　　　　　第3-25条（負荷開閉器及び断路器の構造、性能、施設条件等）
高圧受電設備規程　1150-2（断路器）
JEC-2300（交流遮断器）　7.4.4（開閉表示）
JEC-2310（交流断路器）　5.6.3（開閉表示）
JEC-2350（ガス絶縁開閉装置）　5.10.2（開閉表示）

■6.2.1①の解説

過電流遮断器の施設は、発変電規程やJECにIEC とほぼ同じ趣旨の規定がある。

例えば、発変電規程の第3－25条の“4. 構造”では『(1)高圧用又は特別高圧用の負荷開閉器及び断路器は、その動作に伴い、その開閉状態を表示する装置を有するものであること。ただし、その開閉状態を容易に確認できるものは、この限りでない』という規定がある。
(参考)
接地開閉器：作業時に安全のため、接地を取る目的で装備されている開閉器。

② ③ ④

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）
■関連規程類
発変電規程　　第3-25条（負荷開閉器及び断路器の構造、性能、施設条件等）
JEC-2310（交流断路器）　　　　5.3.7（接地開閉器・接地装置の操作性能および構造）
JEC-2350（ガス絶縁開閉装置）　5.10.4（インタロック）
■6.2.1②③④の解説
インタロックに関しては、電技及び解釈には規定はないが、発変電規程やJECでIEC とほぼ同じ趣旨の規定がある。
例えば、発変電規程の第3－25条の“4. 構造”では『(2)高圧用又は特別高圧用の負荷開閉器及び断路器で、重力等によって自然に動作するおそれのあるものは、鎖鍵装置、安全クラッチその他これを防止する装置を施設すること』という規定がある。
また、JEC-2310（交流断路器） 5.3.7 の(1)では 『断路器に付属して設置される接地開閉器は、少なくともその断路器が開路時のみに接地開閉器の閉路操作ができ、また、接地開閉器が開路時のみ断路器の開閉操作ができるよう、インタロックを構成しなければならない。接地開閉器は、上記条件のほか、必要なインタロックが掛けられるよう考慮しなければならない』と規定されている。

⑤

取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第9条(高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険防止)
電技解釈第36条(アークを生ずる器具の施設)
■関連規程類
高圧受電設備規程　1180.1.7e
■6.2.1⑤の解説の解説
『開閉の際に放出されるイオン化ガス』とはアークのことと解釈される。電技や電技解釈ではアークによる火災の防止について規定はあるが、IEC のように機器の損傷及び人への危害といった観点での規定は、直接対応するものがない。
発変電規程では第3-25条（負荷開閉器及び断路器の構造、性能、施設条件等）で『気中断路器を高圧で1m以上、特別高圧で 2m以上可燃物から離して設置』することが規定されているが、これも火災防止の観点からの規制であり、IEC とは直接対応しない

⑥

取入可	区分：Ⅰ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

JEC-2300（交流遮断器）

■6.2.1⑥の解説

フィルターバンク(コンデンサバンク)及び大容量変圧器及び発電機のような X/R 比(リアクタンスと抵抗の比)の大きい設備では故障電流の減衰が遅く、標準規格の開閉装置では遮断不能となる場合がある。

JEC-2300(交流遮断器)には、「わが国の電力系統の調査結果から、規格として短絡電流の百分率直流分を図 8 のように定めた。しかし、変圧器や発電機のインピーダンスが、短絡インピーダンスの大半を占める場合などでは直流分減衰時定数が長くなり、直流分が、ここに定めた値以上になる事がある。直流分減衰時定数 45ms を超えるときは、これに代わる標準値として 90ms を適用するか、あるいは、図 9 に従って定格遮断電流の、より大きな遮断器を適用するなどの配慮が必要である。」とある。

6.2.2　電力用変圧器とリアクトル（Power transformers and reactors） ① ②

取入可	区分外

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

JEC-2200（変圧器）第Ⅱ編　温度上昇

発変電規程

■6.2.2①②の解説

変圧器とリアクトルの選定基準及び分類については、取入可ではあるが、「用語の定義」などと同じく区分外とする。

また、変圧器の冷却方式による分類については、IEC、JEC の間で整合が取れており、表 6.2.2 に示す通り規定されている。

表 6.2.2　変圧器の冷却方式による分類

			JEC-2200-1995	IEC 60076-2
第一文字	巻線および鉄心を直接冷却する媒体の種類	O	鉱油または燃焼点が 300℃以下の合成液体	鉱油または燃焼点が 300℃以下の合成液体
		K	燃焼点が 300℃を超える絶縁性液体	燃焼点が 300℃を超える絶縁性液体
		L	燃焼点が測定できない絶縁性液体	燃焼点が測定できない絶縁性液体
		A	空気	－　（乾式変圧器は IEC 726 参照）
		G	ガス(例えば、六ふっ化硫黄 SF_6)	－
第二文字	巻線を直接冷却する媒体の循環方式	N	冷却器、巻線内ともに自然循環	冷却器、巻線内ともに自然循環
		F	冷却内は強制循環、巻線内は自然循環	冷却内は強制循環、巻線内は自然循環
		D	冷却器、巻線内ともに強制循環	冷却器、巻線内ともに強制循環
第三文字	周囲の冷却媒体の種類	A	空気	空気
		W	水	水
第四文字	周囲の冷却媒体の循環方式	N	自然対流	自然対流
		F	強制循環(冷却扇、ブロア、ポンプ)	強制循環(冷却扇、ポンプ)

(例)　ＯＮＡＮ：油入自冷式　　ＯＦＡＮ：送油自冷式　　ＯＤＡＦ：導油風冷式
ＯＦＷＦ：送油水冷式　　ＧＮＡＮ：ガス入自冷式　　ＧＤＡＦ：導ガス風冷式
ＡＮ：乾式自冷式　　ＡＮＡＦ：乾式閉鎖風冷式　　等

③
④
⑤
⑥

6.2.2 ③④⑤	取入可	区分：Ⅱ－D
6.2.2 ⑥	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
電技省令第 12 条（特別高圧電線路等を結合する変圧器等の火災等の防止）
電技省令第 19 条（公害等の防止）第 5 項、第 7 項、第 8 項

■関連規程類

水質汚濁防止法
騒音規制法
発変電規程　第 1-6 条（水質の汚濁の防止)、第 1-7 条（絶縁油の構外流出防止)、第 1-8 条（騒音の防止）
高圧受電設備規程　1130-1.4.①
労働安全衛生法　第 341 条(高圧活線作業)
変電所等における防火対策指針
発変電所等における騒音防止対策指針

■6.2.2③④⑤⑥の解説

③の火災延焼防止と騒音防止については、電技をはじめ、多くの対応規格が存在し、具体的な保安水準を示す事ができる。ここでは、防火壁等の延焼防止設備が、騒音防止の観点からも役立つ事があり、逆に防音壁、防音タンク等の騒音防止設備が延焼防止の観点から役立つ事があるので、同一項目の中に記載されているものと思われる。

④の換気については、JEAC-8011（高圧受電設備規程）第 130 節受電室などの施設の 1130-1.4.①に「変圧

器の発熱(130-③表参照)などで、室温が過昇するおそれのある場合には、通気孔、換気装置又は冷房装置などを設けてこれを防止すること。」とある。
⑤の水質汚濁防止については、電技をはじめ、水質汚濁防止法、発変電規程等の関連規程に具体的に規定されている。
⑥の監視時およびサンプリング時の安全性規定については、労働安全衛生法に規定がある。広義には電技第４条（電気設備における感電、火災等の防止）が対応すると考えられる。

⑦		
	取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 45 条（発電機等の機械的強度）第１項
■関連規程類
なし
■6.2.2⑦の解説
電技第 45 条『発電機等の機械的強度』第１項と同様の趣旨であるが、空心リアクトルの設計上の配慮事項を定性的に規定している。電磁力が及ぼす障害の防止については、民間規定にも具体的な判断基準は存在していない。

⑧		
	取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）
■関連規程類
なし
■6.2.2⑧の解説
電技第 18 条（電気設備による供給支障の防止）第 2 項と同様の趣旨であるが、変圧器やリアクトルの設計上の配慮事項を定性的に規定している。変圧器やリアクトルの構造によるところが大きいため、メーカの設計上の配慮項目である。

⑨		
	取入可	区分：Ⅰ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第４条（電気設備における感電、火災等の防止）
■関連規程類
変電所等における防火対策指針　JEAG-5002
■6.2.2⑨の解説
変圧器放圧装置は、変圧器内部故障時にタンク破壊を防止するため、タンク内圧上昇を外部に放出する装置である。
海外では、自動復帰形の圧力開放装置をタンク天板上に設置する事が多く、これに導油管を取り付けるケースが少ないため、追加規定されたものと思われる。国内ではタンク天板上から引出された放圧管の最上部に放圧装置が設けられるため、一般に排油槽まで放圧管が延長される。
「変電所等における防火対策指針」には、屋内に設置される変圧器については、放圧管の先端を油溜等に導き、油が飛散するのを防止する。とあり、屋外に設置される変圧器についてもこれが準用されている。

6.2.3　型式試験されたプレハブ型開閉装置 (prefabricated typetested switchgears)		
	取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第33条（ガス絶縁機器等の危険の防止）
電技解釈第49条（ガス絶縁機器等の圧力容器の施設）第1項

■関連規程類

JEC-2350（ガス絶縁開閉装置）
発変電規程　第1-12条（SF_6ガスの管理）、第3-10条（ガス絶縁開閉装置の熱的強度）、
第3-30条（ガス絶縁機器の構造、性能、施設条件等）

■6.2.3の解説

IEC の規定事項は国内では JEC/JEAC 規格内で規定されているが、製造者と使用者の個別の取り決め事項（仕様書）として扱われており相違はない。

7章：　設備への一般要求として、回路構成、文書、輸送ルート、照明、運転安全性及びラベルに関して規定しており、追加要求として設計、現場での設置、過電圧に対する保護及び接地等について規定している。

8.7.3：　SF_6ガスの使用及び取り扱いの推奨事項について、IEC61634に示されている。

9.4：　ガス取扱プラントの設置及びガス回収装置の能力について規定している。

6.2.4　計器用変成器（Instrument transformers）	
取入可	区分：Ⅱ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第10条（電気設備の接地）
電技省令第11条（電気設備の接地の方法）
電技解釈第27条（計器用変成器の2次側電路の接地）

■関連規程類

発変電規程　第5-3条（接地線の種類）

■6.2.4の解説

6.2.4 では『接地された金属スクリーンによって分離されなければならない』と規定されているが、金属スクリーンとは、一次と二次の巻線を混触防止板等で遮蔽することを意味している。

電技解釈第27条では、高圧計器用変成器の二次側電路には、D種接地工事を、特別高圧計器用変成器の二次側電路には、A種接地工事を施すこととの規定がある。

変成器の接地については、電技や解釈、発変電規程で細かく規定されている。

機器が充電されていないときに二次端子に容易にアクセス可能となるように規定しているが、当然のことである。

6.2.4.1　計器用変流器（Current transformers）	
取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

JEC-1201-1996（計器用変成器（保護継電器用））
高圧受電設備規程　2120-2.

■6.2.4.1の解説

電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）第2項と同じ目的であり、計器用変流器の選定については、JEC-1201で規定されている

『もし必要ならば、開閉操作によって二次回路上に一時的に生ずる過電圧を低減するために、一次回路と二次回路間の効果的なスクリーンが与えられるべきである。』と規定されているが、わが国ではＶＴに対しては、一次と二次の間に遮蔽板をいれることはあるが、ＣＴの場合は一般的にあまり用いられない構造である。

『変流器の二次巻線の短絡を容易にする装備』はＣＴの二次側開放による過電圧発生を防止するための保護装置(アレスター、ギャップ等)や短絡用装置を意味する。

6.2.4.2　計器用変圧器 (Voltage transformers)

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

JEC-1201-1996（計器用変成器（保護継電器用））

高圧受電設備規程　1150-6（計器用変成器）

■6.2.4.2 の解説

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）第 2 項と同じ趣旨であるが、わが国では、鉄共振については JEC-1201 の参考 8（接地形計器用変圧器の鉄共振についての留意点）で対策等が記載されている。

『計器用変圧器の二次側は回路短絡の効果から保護されなければならない。』は具体的には限流ヒューズなどの短絡防止装置を示すものと思われ、わが国でも実施されており、特に問題ではないが、『これらの保護機器は監視されることが推奨される。』については、直接的な監視は実施していないが、盤等で間接的に監視されている場合がある。

6.2.5　避雷器 (Surge arresters) ①

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）第 2 項

■関連規程類

JEC-217（酸化亜鉛形避雷器）

■6.2.5①の解説

避雷器は、過大な雷撃など、定格以上の電流が通電した場合避雷器内圧を放出し、容器の爆発的な飛散を防止するための放圧装置を具備することが JEC 規格で規定されている。電技省令第９条(高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険防止)も、接触の危険の防止と避雷器、アーク発生機器の火災予防を規定しているが、人に関しては規定していない。

②

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

JEC-203（避雷器）

■6.2.5②の解説

Ｖ－ｔ特性と記載あるため、ギャップ付避雷器を対象としていると思われる。ギャップ付はＶ－ｔ特性により放電開始電圧が異なるため、ヒューズの電圧の考慮が必要と言っている。

③

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

なし

■6.2.5③の解説

避雷器に関しては、わが国では電技省令第 49 条（高圧及び特別高圧の電路の避雷器等の施設）や解釈第 41 条（避雷器の施設）、解釈第 42 条（避雷器の接地）他に規定があるが、上記条文のような内容は含まれていない。

避雷器は、接地点と避雷器間に避雷器の漏れ電流を監視する電流計や、避雷器の動作回数をカウントする動作回数計、避雷器動作時（サージ通電時）のサージ電流値を記録する記録器などのモニタ類を設置する場合があり、6.2.5①の前半は、避雷器とモニタ類の間を結ぶ接地線が被接地物などに接触して電流が分流しないように規定したもので、ある意味当然のことであり、この趣旨に対応する法規類はわが国にはない。

6.2.5③の後半は、モニタ及びあらゆる度数計の確認のために、安全にアクセス出来ることを規定している。

6.2.6　コンデンサ（Capacitors）		
	取入可	区分：Ⅰ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 44 条（発電設備等の損傷による供給支障の防止）第 2 項

電技解釈第 47 条（特別高圧用調相設備の保護装置）

■関連規程類

JIS C 4902-1988（高圧及び特別高圧進相コンデンサ及び付属機器）

発変電規程

高圧受電設備規程　1150-9（進相コンデンサ及び直列リアクトル）、
3130-1（コンデンサ設備の高調波障害対策）

■6.2.6 の解説

コンデンサの保護に関しては、電技解釈第 47 条（特別高圧用調相設備の保護装置：電技第 44 条第 2 項関連）に規定があるが、高調波による共振については触れられていない。

わが国では、コンデンサに直列リアクトルを取り付けて使用することが原則とされており、コンデンサ設備の高調波対策として、コンデンサ定格電圧は直列リアクトル(標準:6%)による端子電圧上昇分を含めた電圧とし、同時に付属機器の規格(高圧及び特別高圧進相コンデンサ用直列リアクトル及び放電コイル)も統合して JIS C 4902 に一体化されている。

コンデンサの放電装置に関しては、JEAC 5001(発変電規定)の第 3-27 条に、「高圧及び特別高圧電力用コンデンサを施設する場合には、残留電圧を 5 秒間に 50V以下に低下させる放電装置を設けるものとする。ただし、電力用コンデンサを他の設備などと同時に電路から切り離した場合、他の設備が放電装置と同等以上の放電特性を有する場合は、この限りではない。」との規定がある。

わが国では放電装置があっても、短絡・接地の必要がある。(労安規則)

6.2.7　ライントラップ（Line traps）		
	取入否	区分：Ⅴ－C

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

電波法

■6.2.7 の解説

周波数の割当について規定しており、電波法の範囲である。ライントラップとはブロッキングコイルのことであり、電力線搬送において電力線に直列に挿入して伝送路の損失軽減・伝送特性の安定および伝送路の混信防止等に効果を発揮するものである。

電力線搬送は、主に 66～275kV の送電線を利用し、また電波法に規定されている高周波利用設備に該当するもので、周波数は 10～450kHz と定められている。

送電線は､その端末が発電所･変電所･開閉所などに引き込まれた時、その発･変電所の高周波インピーダンス特性が起伏していてかつ低インピーダンスであるので、結合装置によって搬送波を送電線に重ね合わせても発･変電所側に流失して損失をまねく。これを阻止するためにライントラップを挿入する。また、送電線に分岐線がある場合も、分岐線への分流を阻止するために分岐点にライントラップを設置して、送電線を搬送波の伝送路に適するよう整備が行われる。

6.2.8　碍子（Insulators）	
取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第5条（電路の絶縁）第2項

■関連規程類

発変電規程　　付録Ⅵ（がいし類の汚損管理値と汚損測定方法）

JEC-206（懸垂がいし及び耐塩用懸垂がいし）

JISC 3801-1,2,3（がいし試験方法）

JISC 3810（懸垂がいし及び耐塩用懸垂がいし）

■6.2.8の解説

最小漏れ距離については、旧規格（IEC 60815）では汚損区分によって一義的に定められていたが、改定されたIEC/TS 60815-1/2/3では、碍子選定と寸法決定を行う上での入力パラメータの中の一つとして、碍子の全長、タイプ、材質、形状、寸法、アーク距離、機械的電気的設計、などと同列で漏れ距離が扱われている。本箇条本文の記載は旧規格に基づいた内容となっているため、見直しが必要と思われる。なお、IEC/TS 60815の汚損レベルについては、4.4.2.2. d)の解説の項も参照。

一方、わが国においては、発変電規程の付録Ⅵをはじめ、JECやJISに詳細な規定があるが、汚損度の定義方法の違いや、推奨されている試験方法の違いにより、IECより厳しい設計が要求（漏れ距離が長い）されている。汚損試験に関しては、海に囲まれた、わが国特有の環境を考慮するとわが国の基準を適用する必要がある。

6.2.9　絶縁ケーブル（Insulated cables） 6.2.9.1　温度（Temperature）	
取入可	区分：Ⅰ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技解釈第3条（電線の性能）第2項

■関連規程類

火災予防条例準則（例）第11条（変電設備）第8号

日本電線工業会規格　　JCS 0168（33kV以下電力ケーブルの許容電流計算）、

JCS 0561（66kV以上電力ケーブルの許容電流計算）

発変電規程　第3-2節熱的強度　第3-19なし

■6.2.9.1の解説

電技解釈第3条第2項においては“通常の使用状態における温度に耐えること”としており、IECのように“供給元と使用者の事前の合意に基づく特殊運転条件時”や“短絡時”においての条件としての規定はない。

特殊運転条件とは一般的に過負荷使用時の状態と想定され、通常の使用条件の延長で検討される。また短絡時については一般にケーブルの短絡時許容温度以上にならないように電源側の保護回路設計を行っているので、現実的にはIECの趣旨を満足しているといえるが、短絡時許容温度はIECと国内規程（JCS）との相違について注意が必要である。

（注）架橋ポリエチレンケーブルの短絡時最高許容温度例

IEC 60502 (Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)) : 250℃ (5秒以下)
JCS 0168 (33kV以下電力ケーブルの許容電流計算) : 230℃ (2秒以下)

6.2.9.2 温度変化による応力 (Stress due to temperature changes)

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第6条 (電線等の断線の防止)
■関連規程類
高圧受電設備規程 1120-2 (引込口の施設方法) 第4項⑤
地中送電規程 第7節 (ケーブルの設備保全対策)
■6.2.9.2の解説
本条では、電力ケーブルの負荷による温度上昇で熱機械応力が生じるため、端末部、接続部及びケーブル本体での応力緩和対策の考え方が示されている。

6.2.9.3 フレキシブルで巻き取り可能なケーブル及び取り回し可能ケーブル* (Flexible reeling and trailing cables)

取入可	区分：Ⅲ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第56条 (配線の感電又は火災の防止) 第2項
電技省令第57条 (配線の使用電線) 第1項
電技解釈第8条 (キャブタイヤケーブル)
電技解釈第203条 (屋内高圧用の移動電線の布設) 第1項第一号、第二号
電技解釈第213条 (屋側又は屋外に施設する移動電線の施設) 第4項、第5項
■関連規程類
内線規程 3810節 (配線)
■6.2.9.3の解説
本条は、移動用ケーブルを使用する場合の注意事項を示したもので、国内では電技においてほぼ同じ内容が規定されているが、ひずみ設計についてはケーブルとしては規定していない。

6.2.9.4 交さ及び接近 (Crossings and proximities)

取入可	区分：Ⅲ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第30条 (地中電線等による他の電線及び工作物への危険の防止)
電技省令第42条 (通信障害の防止) 第2項
電技解釈第138条 (地中弱電流電線への誘導障害の防止)
電技解釈第139条 (地中電線と地中弱電流電線等又は管との接近又は公さ)
電技解釈第151条 (屋内に施設する電線路) 第2項
電技解釈第202条 (高圧屋内配線等の施設) 第2項
電技解釈第205条 (特別高圧屋内電気設備の施設) 第2項
■関連規程類
地中送電規程 第5章 (他の物件との関係)
内線規程 3810節 (配線)
■6.2.9.4の解説

・交さと接近については、電技省令第 30 条及び電技解釈第 139 条において、地中電線等による他の電線及び工作物との接近・交叉について規定しており、IEC と同等の趣旨である。また JEAC6021（地中送電規程）第 11-2 条（地中弱電流電線等との接近又は交叉）、第 11-3 条（地中電線相互の接近又は交叉）、第 11-4 条（ガス管,石油パイプ等との接近又は交叉）、第 11-5 条（水道管、蒸気管との接近又は交叉）も同趣旨である。
・通信設備への誘導については、電技省令第 42 条及び電技解釈第 139 条において誘導による通信障害の防止の規程定をしており、IEC との趣旨は整合している。また JEAC6021（地中送電規程）第 11-1 条（弱電流電線路への誘導障害の防止）も同趣旨である。
・離隔距離については、電技解釈第 139 条では不燃性もしくは自消性のある難燃性を有する電線・管を使用する場合は、離隔距離を緩和できることが決められており、これにより熱的効果に対する対策がなされていると解釈できることから IEC と同趣旨である。また JEAC6021（地中送電規程）第 11-2 条（地中弱電流電線等との接近又は交叉）、第 11-3 条（地中電線相互の接近又は交叉）、第 11-4 条（ガス管,石油パイプ等との接近又は交叉）、第 11-5 条（水道管、蒸気管との接近又は交叉）も同趣旨である。

6.2.9.5　ケーブルの布設（Installation of cables）	
取入可	区分：Ⅲ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 47 条（地中電線路の保護）第 1 項
電技省令第 56 条（配線の感電又は火災の防止）
電技解釈第 134 条（地中電線路の施設）
電技解釈第 135 条（地中箱の施設）
電技解釈第 137 条（地中電線の被覆金属体の接地）
電技解釈第 202 条（高圧屋内配線等の施設）第 1 項三号
電技解釈第 205 条（特別高圧屋内電気設備の施設）第 1 項
■関連規程類
地中送電規程　第 5-3 条（ケーブル及び接続箱の施設）、第 8-3 条（埋設物の標識）
内線規程　3810 節（配線）
高圧受電設備規程　1120-3（高圧地中引き込み線の施設）
■6.2.9.5 の解説
ケーブルの布設に対して機械的損傷からの保護するための注意事項をまとめたものであり、国内においては電技においてほぼ同様の規定がある。ただし電技では管路式、及び直接埋設方式による布設で埋設の表示を行う旨であり、IEC と同趣旨である。
電力ケーブルでは制御用、通信用ケーブルと異なり、高電圧大電流による電気的影響を考慮する必要がある。

6.2.9.6　曲げ半径（Bending radius）	
取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 6 条（電線等の断線の防止）
■関連規程類
地中送電規程付録 4-3 条（ケーブルの許容曲げ半径）
高圧受電設備規程　1120-2（引込口の施設方法）4 項⑤
■6.2.9.6 の解説
ケーブルの布設時の曲げ半径に対する注意を示すもので、国内においては地中送電規程付録 4-3 条（ケーブルの許容曲げ半径）にて一般的な例を下記のように示している。

ケーブル種類		線心数	遮へい層	許容曲げ半径
OF	アルミ被覆	単心	―	15D
		３心	―	12D
CV	金属製シース無し	単心	ワイヤシールド	10d
		CVT	銅テープ	8d'
		CVT	ワイヤシールド	8d'
	アルミ被覆	単心	―	15D

［注］
D：金属シース外径
d：ケーブル外径
d'：よりあわせ外径

6.2.9.7　引張り応力（Tensile stress）	
取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第6条（電線等の断線の防止）
■関連規程類
地中送電規程　付録4-4条（ケーブルの引入張力及び側圧）
■6.2.9.7の解説
本条は、引張り応力に対する注意を示すもので、国内においては地中送電規程付録4-4条（ケーブルの引入張力及び側圧）に数値を示している。
（許容張力）
銅導体の場合、引っ張りによる心線の変形、心線のずれ、特性の変化などの点からは最大137.2N/mm^2程度まで許容されることが確かめられているが、許容張力としては、安全率を考慮し68.6N/mm^2が採られている。アルミ導体の場合は39.2N/mm^2が採られている。
ケーブルの許容張力は〔68.6N/mm^2×ケーブル線心数×ケーブル導体断面積（mm^2）〕（N）で表される。なお単心ケーブル3条一括布設の場合は、線心数を2条として計算する。

6.2.10　導体及び付属品（Conductors and accessories）	
取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）
■関連規程類
なし
■6.2.10の解説
電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）第2項と同じ趣旨であるが、導体及び付属品の選定の方法について、定性的に規定している。『付属品』は、接続管や端子板を意味するものと解釈される。

① ②	
取入可	区分：Ⅰ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第7条（電線の接続）
電技解釈第12条（電線の接続法）
■関連規程類
発変電規程　第3-18条（母線及び接続導体の熱的強度）
■6.2.10①②の解説
①　本条は、伸縮によるストレスの防止を規定している。

② 電技省令・電技解釈では、導体間の接合部及び導体と機器の間の接続部の温度上昇については、明確な規定が無く、接続部において電気抵抗を増加させないように接続するとの規定があるのみである。一方、IEC 62271-1（高電圧開閉装置及び制御装置－第1部：共通仕様書）では、開閉装置及び制御装置のあらゆる部分の温度上昇限界値を、外気温が40℃を超えない限りとして表に規定している。例えば、銅または銅合金の接触部（SF_6ガス中）では105℃以下（温度上昇値：65K以下）としている（以下の表6.2.10参照）。

表6.2.10　IEC 62271-1における接触部の温度上昇限界値の例

導体・材料・部品の種類	温度（℃）	外気温40℃未満での温度上昇（K）
1.　接触部		
銅または銅合金		
－　気中	75	35
－　SF_6ガス中	105	65
－　油中	80	40
銀メッキあるいはニッケルメッキ		
－　気中	105	65
－　SF_6ガス中	105	65
－　油中	90	50
錫メッキ		
－　気中	90	50
－　SF_6ガス中	90	50
－　油中	90	50
2.　ボルト接続部または同等のもの		
銅または銅合金		
－　気中	90	50
－　SF_6ガス中	115	75
－　油中	100	60
銀メッキまたはニッケルメッキ		
－　気中	115	75
－　SF_6ガス中	115	75
－　油中	100	60
錫メッキ		
－　気中	105	65
－　SF_6ガス中	105	65
－　油中	100	60

6.2.11　回転機（Rotating electrical machines）

取入可	区分：Ⅰ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第9条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）
電技省令第19条（公害等の防止）
電技省令第44条（発変電設備等の損傷による供給支障の防止）
電技省令第65条（電動機の過負荷保護）
電技解釈第30条（高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第31条（特別高圧用の機械器具の施設）

電技解釈第 44 条（発電機の保護装置）
電技解釈第 47 条（特別高圧用調相設備の保護装置）
電技解釈第 169 条（電動機の過負荷保護の施設）
電技解釈第 193 条（可燃性のガス等の存在する場所の低圧の施設）

■関連規程類

JEC-2100(回転電気機械一般)
JEC-2120(直流機)
JEC-2130(同期機)
JEC-2137(誘導機)

■6.2.11 の解説

大型電動機の起動時の電圧降下を低減する技術としては、下記がある。
①リアクトル始動　②補償器始動　③巻線形二次抵抗始動　④インバータ始動

回転機の適切な保護装置としては、以下がある。

①過負荷保護

電動機の特性に合わせた保護装置を用いる※モーターブレーカー、サーマルリレー＋電磁接触器、静止形保護リレーなど。機械自体を保護するために瞬時過負荷を検出するショックリレーもある。

また、インバータ始動の場合には、インバータ内に電子サーマルを組み込んで保護する必要がある。

②欠相保護（単相運転保護）

3 相回路が、何らかの異常により単相回路の状態等になると、通常の数倍の電流が継続して流れ、電路、電動機ともに焼損する。

欠相保護は欠相保護付きサーマルリレー、欠相保護機能を持つ保護リレーと電磁接触器または遮断器を組み合わせて用いる。

③逆相保護

・電動機が逆回転するような相の接続状態を言い、機械の破損、電動機の焼損となる
・逆相が検出可能なリレーと電磁接触器を組み合わせて保護する。

電動機の設置場所に対しては、危険な状況となる頻度とその継続時間の長短、換気の状況などで危険区域が分類され、電動機はそれに対応した防爆構造を採用する必要がある。

騒音規制法では、特定工場が遵守すべき騒音規制基準が定められている。そのため、特定工場の敷地境界線での基準騒音が守れるような電動機騒音にするか、遮蔽板等の設置が必要である。

また、運転中の電動機の表面温度は高温となるため、表面を手で触ると火傷をする場合があるため、電動機には「高温注意」等の表示をして注意を促す必要がある。

大型電動機の短絡電流の計算には、電動機の短絡時の発電作用分を考慮する必要がある。

回転機の絶縁レベルについては、IEC 60034-1（回転電気機械－第 1 部：定格及び性能）で回転機の耐電圧試験電圧値について記載されている（以下の表 6.2.11 参照）。

表 6.2.11　IEC 60034-1 による回転機の試験電圧の例

	供試器	試験電圧
1	出力 1kW 以下、定格電圧 100V 以下の回転機の巻線絶縁	500V+定格電圧の 2 倍電圧
2	出力 10 000kW 以下の回転機の巻線絶縁	1 000V＋定格電圧の 2 倍、 ただし 1 500V 以上
3	出力 10000kW 以上の回転機の巻線絶縁 ・定格電圧：240 00V 以下 ・定格電圧：240 000V 超	 ・1 000V＋定格電圧の 2 倍 ・協議による

6.2.12　発電ユニット(Generating units)	
取入可	区分：Ⅲ－E

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第３５条（水素冷却式発電機等の施設）
電技省令第４５条（発電機等の機械的強度）
電技省令第５９条（電気使用場所に施設する電気機械器具の感電、火災等の防止）
電技解釈第４４条（発電機の保護装置）
電技解釈第４８条（水素冷却式発電機等の施設）
電技解釈第５１条（常時監視をしない発電所の施設）

■関連規程類
JEC-2130(同期機)

■6.2.12 の解説
①発電ユニットの表示関係で適切なものは下記がある。
・発電機ユニットの定格表示おいては、名称又は型式、用途、定格(電気出力、原動機出力、電圧、電流、極数、周波数、回転速度)を記載した銘板または表示を発電ユニット本体に設ける。
・電力会社又は他の発電機との並列運転においては、自動同期盤や発電機制御盤等に「発電機並列運転中」等の状態表示を行う。
・同期を取るために使用すべき開閉装置においては、該当開閉器を操作する制御盤・同期盤等の、操作スイッチに該当遮断器の名称銘板を取付ける。
②設備の全体設計での機器に特定する全般的安全要求事項として、IEC 60034-3（回転電気機械－第 3 部：蒸気タービン又は燃焼ガスタービン駆動式同期発電機の特定要求事項）が引用されており、水素冷却機器について以下の安全上の記載がある
・好ましい水素圧力：2-7ｂａｒ
・水素を冷却材として使用する機器ハウジング全てと、圧力を有したカバープレートは、人的な危険が無いように、内部爆発に耐えるように設計されなくてはならない。9bar-15 分間（suitable）の流体静力学的な圧力試験をハウジングとカバープレートに対し行わなければならない。
・少なくとも 6 つの温度検出器の具備
・適切な圧力調整機を具備した冷却ガスシステムの具備
・燃焼ガス排出システムの具備
・必要な表示器や警報器の具備
・油シールシステムの具備
・液冷却システムの具備（ポンプ、クーラ、フィルター、冷媒温度制御用調節器）
・巻線を通過する液流の損失や減少の検出方法
・巻線冷却や保守に用いる冷却水の導電率測定方法
・補助装置の機能や機器内の液の存在を表示する計測器や警報器

一方、我が国では殆どが電技の解説書に詳細が記載されている。該当箇所を下記の通り示す。但し火災については、原動機への燃料の使用から消防法が該当する。
（機械的強度、保護装置）
・電気設備に関する技術基準を定める省令　第 45 条（発電機等の機械的強度）及び解説参照
・電気設備の技術基準の解釈　第 44 条（発電機の保護装置）及び解説参照
・電気設備の技術基準の解釈　第 51 条【常時監視をしない発電所の施設】及び解説参照
（火災保護）
・電気設備に関する技術基準を定める省令　第 59 条（電気使用場所に施設する電気機械器具の感電、火災等の防止）及び解説参照
・発電ユニットは、燃料として危険物（石油類等）を使用することから、取扱・貯蔵量により消防法で定められた必要な措置（燃料の漏洩防止、異常時の燃料供給停止の装置、消火設備の設置等）を講じ

る必要がある
（水素の使用）
・電気設備に関する技術基準を定める省令　第35条（水素冷却式発電機等の施設）及び解説参照
・電気設備の技術基準の解釈　第48条【水素冷却式発電機等の施設】及び解説参照

6.2.13　発電ユニットの主接続部*(Generating units main connections) ① ② ③ ④ ⑤

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第１６条（電気設備の電気的、磁気的供障害の防止）
電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）
■関連規程類
JEC-2130(同期機)
■6.2.13の解説
発電ユニットの主接続部
①小型発電ユニットの発電機の主接続部
発電機の接続部の選定および仕様においては、定格電流だけでなく、発電機のピーク電流を想定し、満足するものとしなければならない（ピーク電流においては、JEC-2130（同期機）によれば、150%過電流30秒や短絡電流強度等の規定がある)。接続部分を含めて製作工場で試験を行うことが望ましいが、出来ない場合は、追加で試験実施をすることも必要である。但し、短絡電流を想定した試験の実施は困難であるため、設計上考慮するものとする。
②短絡故障発生時の故障検出の検討
発電機が過電流（外部短絡故障によるもの）を生じた場合は、短絡電流による発電機、主接続部、ケーブルの焼損防止のため、自動的に電路から遮断する装置の施設を行う。
変電設備機器への接続部（端子等）のケーブル引き出し部分においても、同様に過電流検出により自動的に電路から遮断する装置の施設を行う。
③大型の発電ユニット及び高い安全性の確保が求められる場合、単相又は相分離した母線システムを推奨する。
④主接続部に金属カバーの無い磁界のインパクトへの設計上の考慮
発電ユニットの主接続部は、弱電流電線路から距離を離した位置とするか、弱電流電線路を離して施す。
⑤オフライン時の発電機シャフト変形防止
発電機停止中にシャフトの自重により変形（撓み）が想定される大容量発電機等においては、撓み防止のために、低速で回転させるよう設計上考慮する。
この低速回転時においては、発電や保護装置の不必要動作を行わないように、保護回路を形成する。
⑥接続装置の開閉時に発生する過電圧制限
高圧又は特別高圧の発電機において、電力会社又は他の発電機との並列運転を行う開閉装置（遮断器）の1次側には、開閉サージによる過電圧抑制のためにサージアブソーバ（サージ吸収用コンデンサ）を設置する。

6.2.14　静止型電力変換装置（Static converters） ① ②

取入可	区分：Ⅰ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）第 1 項
電技省令第 19 条（公害等の防止）第 2 項、第 3 項、第 4 項、第 5 項、第 7 項、第 12 項
電技解釈第 30 条（高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第 31 条（特別高圧用の機械器具の施設）
■関連規程類
労働安全衛生規則　第 329 条（電気機械器具の囲い等）
■6.2.14①②の解説
①は、電技省令第 4 条や第 9 条あるいは労働安全衛生規則第 329 条と同じ主旨の規定である。
②の規定事項はわが国では、JEC 規格内で規定されているか、製造者と使用者の個別の取り決め事項（仕様書）として扱われている。また、電技省令第 19 条には公害等の防止の観点から、排出水や地下浸透水が水質汚濁防止法の規制規準に適合しなければならないこと、絶縁油の構外への流出及び地下への浸透防止等を規定している。

③

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 16 条（電気設備の電気的、磁気的障害の防止）
■関連規程類
なし
■6.2.14③の解説
電磁力が及ぼす障害の防止については省令第 16 条に『電気設備は、他の電気設備その他の物件の機能に電気的又は磁気的な障害を与えないように施設しなければならない』と規定されている。ただしこれを補完する電技解釈や発変電規定に該当項目がなく、民間規定にも具体的な判断基準は存在していない。

6.2.15　ヒューズ（Fuses） 6.2.15.1　離隔距離（Clearances）

取入可	区分：Ⅰ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）第 1 項、第 2 項
電技解釈第 30 条（高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第 31 条（特別高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第 36 条（アークを生ずる器具の施設）
■関連規程類
高圧受電設備規程　1180-1 表（高圧受電設備の施設における留意事項）⑦
JIS C 4604（高圧限流ヒューズ）
■6.2.15.1 の解説
電技省令第 9 条第 2 項には、放出ヒューズによる火災防止の規定はあるが、特に人に対する危険防止については触れられていない。電力用ヒューズには、主として限流ヒューズ（溶断時のアーク電圧を高めること

によって、短絡電流を限流抑制し、遮断を行う方式)、放出ヒューズ(動作時に発生する絶縁性の分解ガスの噴出によって消弧を行う方式)と高圧カットアウトヒューズ(柱上変圧器の一次端子付近に設置される磁器製密閉構造の負荷開閉が可能な放出ヒューズで、筒形と箱形がある)があり、本規格では放出ヒューズを中心とした規程となっている。わが国では、ほとんど限流ヒューズが使用されている。

(参考)

限流ヒューズは、密閉ヒューズ筒内にヒューズエレメントと珪砂等の粒状消弧剤を充填した珪砂ヒューズが一般に使われている。珪砂は消弧剤として働くばかりでなく、素子の冷却剤としてその断面積の低減に寄与するとともに、並列素子の間隔、あるいはコイル状に巻かれた素子の巻きピッチを一定に保つ等の効果がある。

6.2.15.2　ヒューズの交換 (Fuse replacement)		
	取入否	区分：Ⅴ－C

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

JIS C 4604 (高圧限流ヒューズ)

高圧受電設備規程　第2編第1章 (保護協調)

JEC-2330 (電力ヒューズ)

■6.2.15.2の解説

ヒューズ定格の選定の方法については JEAC 8011 (高圧受電設備規程) などに記載されており、ヒューズの特性及び交換方法等についてはメーカのカタログ、取扱説明書などに記載されている。

6.2.16 電気的及び機械的インタロック (Electrical and mechanical interlocking)		
	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条 (電気設備における感電、火災等の防止)

■関連規程類

発変電規程　第3-25条 (負荷開閉器及び断路器の構造、性能、施設条件等)

JEC-2310 (交流断路器)　　　5.3.7 (接地開閉器・接地装置の操作性能および構造)

JEC-2350 (ガス絶縁開閉装置)　5.10.4 (インタロック)

■6.2.16の解説

ンタロックに関しては、電技解釈には具体的な規定はないが、発変電規程やJECでIEC とほぼ同じ趣旨の規定がある。詳細は6.2.1.3、6.2.1.4の解説参照。

第7章　設備 (Installations)

7.1　一般的要求事項 (General requirements)

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第349条（工作物の建設等の作業を行う場合の感電の防止)、

第335条（電気機械器具の操作部分の照度）

■7.1の解説

本条は、設備に関する一般的要求事項の規定の項目を示したもので、各項目の規定内容については後続の細分箇条に示されている。

7.1.1　回路設計 (Circuit arrangement) ①

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第15条（地絡に対する保護対策）

電技解釈第40条（地絡遮断装置等の施設）第2・3・4項

■関連規程類

なし

■7.1.1①の解説

本条は、回路設計の基本的概念について定性的に記述している。地絡については保護対策として電路に、地絡が生じた場合に電線若しくは電気機械器具の損傷、作業者感電又は火災のおそれがないよう、地絡遮断器の施設その他の適切な措置を講じなければならないと規定している。また電気的に分離した回路には、そのそれぞれに地絡故障の検出、または引外し遮断が可能な地絡表示器を備えなければならないとしている。ただし、電気機械器具を乾燥した場所に施設する等地絡による危険のおそれがない場合はこの限りではない。

②

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第14条（過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策）

電技省令第45条（発電機等の機械的強度）第1項

■関連規程類

高圧受電設備規程　1150-3（遮断器)、1150-4（限流ヒューズ)、

1150-9第4項（進相コンデンサ及び直列リアクトル)、2110-1（過電流保護協調）

■7.1.1②の解説

本条は、設備が短絡電流から発生する熱的及び機械的ストレスに耐える容量を持つことを定めており、電技省令第45条では、「発電機、変圧器、調相設備並びに母線及びこれを支持するがいしは、短絡電流により生ずる機械的衝撃に耐えるものでなければならない。」として熱的ストレスは規定していない。

本条のただし書きにおいて、通常接続している母線から一時的に他の母線に切り替えられる設備については、短絡耐量が不足する場合でも短時間であることから通常使用する場所の短絡電流から発生する熱的及び動的ストレスに耐える容量を持てばよいとしている。

「人に対する危険を避けるために適切な保護手段」としては、短絡電流により設備損傷を受けない前に遮断する装置を指している。コンデンサが短絡により爆発する事故が発生しているが「高圧受電設備規程第1

編 150-9 の 4」において限流ヒューズにより保護することを義務付けている。
短絡電流による設備の損傷を防止するのは、遮断器やヒューズであるが、短絡電流が大きくなるとこれらのものの遮断容量を大きくする必要があり、また多くの設備に影響するので、短絡電流を抑制するために直列リアクトルなどの限流装置が置かれる。この場合は限流装置により抑制された短絡電流値により機器及び短時間の相互接続部を設備設計すればよいとしている。

7.1.2 図書 (Documentation)

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災の防止）
■関連規程類
高圧受電設備規程　1310-3（書類の整備）
自家用電気工作物保安管理規程　第 260 条（保安の記録）
JIS C 0617（電気用図記号）
JIS C 1082（電気技術文書）
■7.1.2 の解説
本条は、各設備に準備すべき図書に関する規定であるが、具体的な図書の内容については規定していない。「高圧受電設備規程」第 310-3（書類の整備）では、保安管理に係わる書類等を保管することを義務付けている。保管する書類等には、次のようなものがある。
(1) 関係官庁、電気事業者等へ提出した書類、図面等
(2) 電気設備の設計図（竣工図等)、仕様書、取扱説明書（機器、システム）等
(3) 巡視、点検、測定及び試験の記録
(4) 電気事故に関する記録
「自家用電気工作物　保安管理規程」第 260 条（保安の記録）では、保安記録の種類、保安記録の内容、保存方法及び保存期限を規定している。
IEC 60617（電気用図記号）は、機器の結線図、配線図、接続図等に用いられるシンボル（図記号）を定めており、国内では IEC と整合した JIS C 0617 が規定されている。IEC 61082-1（電気技術文書－第 1 部：規則）は、結線図等の図面を準備する際の書式、注釈の書き方、番号の指定方法などが記載されており、JIS C 1082 で規定されているが、旧版と整合したものであり、現行 IEC とは若干の相違がある。

7.1.3 輸送ルート (Transport routes) ① ②

7.1.3①	取入否	区分：V－C
7.1.3②	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
■関連規程類
労働安全衛生規則第 349 条（工作物の建設等の作業を行う場合の感電の防止）
■7.1.3 の解説
本条は、作業者の安全確保のために輸送ルートに設けられた規定であり、車両あるいは台車等の搬送設備と充電部との安全離隔距離が示され、作業者の感電防止を図るものである。図 5 に具体的な離隔距離が明示されている。7.1.3.1 で示される内容は省令の範囲外であるが 7.1.3.2 の内容は省令の主旨に合致する。
電技省令第 4 条や労働安全衛生規則第 349 条（工作物の建設等の作業を行う場合の感電の防止）では具体的な離隔距離の規定はないものの、絶縁用防護具の装着や監視人による監視措置等の規定が盛り込まれており、安全確保の考え方は一致するものである。

最小保護離隔距離の計算式（T＝N＋100（mm））におけるNの値は、第5章に示されており、その数値は表1、表2および付属書Aのとおり設備の最高電圧によって規定されている。なお、表1、表2については5.3項の解説（ディビエーション）で示すとおり、JEC-2200(変圧器)の表Ⅲ-5を適用し、N値に代えて絶縁距離設定のための寸法（H_1）を用いることになる。

本文中に“危険区域内に侵入できないことを保証するための適切な保護手段を、車両又は移動機器に講じた場合にだけ、人は車両又は移動機器内に留まることができる。”とあるが、これは図5で示されているように、人が危険区域内に入らないような構造の車両であれば、作業者は車両に乗ることができる、ということを示している。車両や移動機器を使う場合は、それらが危険区域に入らないことを確認して使用する必要がある。

＊7.1.3①については、省令の範囲外の規定であると判断されることから取入否とした。

（参考）労働安全衛生規則第349条

事業者は、架空電線又は電気機械器具の充電電路に近接する場所で、工作物の建設、解体、点検、修理、塗装等の作業若しくはこれらに附帯する作業又はくい打機、移動式クレーン等を使用する作業を行う場合において、当該作業に従事する労働者が作業中又は通行の際に、当該充電電路に身体等が接触し、又は接近することにより感電の危険が生ずるおそれのあるときは、次の各号のいずれかに該当する措置を講じなければならない。

一　当該充電電路を移設すること。
二　感電の危険を防止するための囲いを設けること。
三　当該充電電路に絶縁用防護具を装着すること。
四　前三号に該当する措置を講ずることが著しく困難なときは、監視人を置き、作業を監視させること。

7.1.4　通路及びアクセス区域（Aisles and access areas）		
	取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第542条（屋内に設ける通路）、第543条（機械間等の通路）
高圧受電設備規程　1130-1（受電室の施設）
発変電規程　第5-19条（巡視通路における保護さく等）

■7.1.4の解説

本条は、通路及びアクセスに関する規定であるが、具体的な数値については規定していない。

「労働安全衛生規則」第542条（屋内に設ける通路）では、屋内に設ける通路については、次に定めるところによらなければならないと規定している。

1　用途に応じた幅を有すること。
2　通路面は、つまずき、すべり、踏抜等の危険のない状態に保持すること。
3　通路面から高さ1.8m以内に障害物を置かないこと。

また、【労働安全衛生規則】第543条(機械間等の通路）では、機械間又はこれと他の設備との間に設ける通路については、幅0.8m以上のものとしなければならないと規定している。

高圧受電設備規程　第130-1（受電室の施設）では、受電室の広さは、次の各号に掲げるところにより機器の適正な配置に必要な面積と、保守点検のために必要な通路の面積を合計したものとすると規定している。

① 変圧器、配電盤など受電設備の主要部分における距離の基準は、保守点検に必要な空間及び防火上有効な空間を保持するための保有距離を有すること（別表：受電設備に使用する配電盤などの最小保有距離）
② 保守点検に必要な通路は、幅0.8m以上、高さ1.8m以上とし、変圧器などの充電部とは0.2m以上の保有距離を確保すること。
③ 受電室の広さ、高さ及び機器、配線などの離隔距離は、別図によること（別図：受電室内における広さ、高さ及び機器の離隔）

④　通路面は、つまづき、すべりなどの危険のない状態に保持すること。

⑤　キュービクルを受電室に設置する場合、金属箱の周囲との保有距離、他造営物又は物品との離隔距離は別表の区分に従い保持すること。(別表：キュービクル保有距離) 別図参照(別図：受電室内に施設するキュービクルの保有距離)

「発変電規程」第 5-19 条（巡視通路における保護さく等）では、日常巡視点検時の巡視通路及び点検位置が高圧又は特別高圧の露出充電部分に接近する場合は、取扱者が容易に露出充電部分に触れないよう、保護さく又は保護網を施設すること。なお、保護さく、保護網と露出充電部分との距離は、避雷器の周囲に施設するものを除き、第 5-19-1 表の値以上とすることが望ましいと規定されている。

第 5-19-1 表　保護さく、保護網と露出充電部との距離

公称電圧[kV]	屋　　外[cm]	屋　　内[cm]
3.3	25	10
6.6	25	12
11	30	18
22	40	30
33	50	42
66	85	73
77	100	85
110	140	—
154	190	—

＊我国においては労働安全衛生規則にも規定されているが、本条は作業に関する規定ではなく設備に関する規定であるため取入可とした。

7.1.5　照明 (Lighting)

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第 335 条（電気機械器具の操作部分の照度)、第 604 条（照度)、
第 605 条（採光及び照明）

高圧受電設備規程　1130-1（受電室の施設）

発変電規程　第 5-18 条　（照度）

■7.1.5 の解説

本条は、安全な運転に必要な照明の設置について規定している。

「労働安全衛生規則」第 335 条(電気機械器具の操作部分の照度)では、電気機械器具の操作の際に、感電の危険又は誤操作による危険を防止するため、当該電気機械器具の操作部分について必要な照度を保持しなければならないと規定している。

「労働安全衛生規則」第 604 条（照度）では、労働者を常時就業させる場所の作業面の照度を、次の表の上欄に掲げる作業の区分に応じて、同表の下欄に掲げる基準に適合させなければならない。ただし、感光材料を取り扱う作業場、坑内の作業場その他特殊な作業を行なう作業場については、この限りでないと規定している。(「作業区分での照度基準」あり)

「労働安全衛生規則」第 605 条（採光及び照明）では、採光及び照明については、明暗の対照が著しくなく、かつ、まぶしさを生じさせない方法によらなければならない。 また、労働者を常時就業させる場所の照明設備について、6 カ月以内ごとに一回、定期点検しなければならないと規定している。

「高圧受電設備規程」第 130-1（受電室の施設）では、受電室の照明の照度は、配電盤の計器面において 300 ルックス以上、その他の部分において 70 ルックス以上であること。また、照明器具は計器面に反射して

見えにくくならない位置に施設すること。受電室の灯具は、管球取替えの際充電部に接近しなくてもよいようなところに施設すること。又、停電の場合を考慮して、移動用又は携帯用灯火を受電室のわかりやすい場所に備えることと規定している。

「発変電規程」第 5-18 条　（照度）では、発変電所等には、監視、操作及び日常の点検手入れに必要な照明設備を施設することが望ましいと規定されている。又、照度段階・照度範囲・場所の照度を決めている。（「照度の表」あり）

発変電所等の照度：発変電所における照明の目的は、機器の運転状態の監視、手入、機器の操作並びに故障時の状況判断及び処置などを安全適確に行うとともに、各種の業務遂行時の人身の安全をはかり、業務効果を向上させるために必要な明るさを得ることにある。なお、発電所等の照明は、照度が十分であることのほかに次のような点に留意した設計であることが望ましいと規定している。

(1) 同一の室又は場所では、なるべく照度が均一になるようにする。
(2) 照度段階の極端に異なる室が隣り合うような場合には、目の順応を考慮して、その境界付近には両者の中間的の照度段階のバンドを設けるようにする。
(3) 局部照明を用いる場合は、その周辺の照度が注視点の照度の 1/10 以上になるようにする。
(4) 光源や正反射による光が直接目に入らないようにする。
(5) 灯具は、ランプ取替えのとき充電部に接近しなくてもよいような箇所に施設する。

その他、照明設備の照度、作業時等の最低照度を規定している。

＊我国においては労働安全衛生規則にも規定されているが、本条は作業に関する規定ではなく設備に関する規定であるため取入可とした。

7.1.6　運転の安全性（Operational safety）

取入否	区分：Ｖ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

高圧受電設備規程　1130-1（受電室の施設）

建築基準法施行令　第 5 章（避難施設等）

消防法施行令　第 26 条（誘導灯及び誘導標識に関する基準）

■7.1.6 の解説

本条は、火災などの災害時における安全保護や避難について規定している。

「高圧受電設備規程」第 130-1（受電室の施設）では、受電室の位置及び構造について、次の各号によることを規定している。

① 湿気が少なく、水が浸入し又は浸透するおそれのない場所を選定するとともに、それらのおそれのない構造とすること。
② 火災時の消防放水又は洪水、高潮などによって容易に電源が使用不能にならないように配慮すること。
③ 受電室は、防火構造または耐火構造であって、不燃材料で造った壁、柱、床及び天井で区画され、かつ、窓及び出入口には甲種防火戸又は乙種防火戸を設けたものであること。ただし、受電設備の周囲に有効な空間を保有するなど防火上支障のない措置を講じた場合には、この限りでない。
④ 爆発性、可燃性又は腐食性のガス、液体又は粉じんの多い場所には、受電室を設置しないこと。
⑤ 積雪及び屋根からの雪・氷柱の落下あるいは強風時におけるガラス破損その他によって雨水が吹き込んだり、雨漏りがしないような窓の位置及び強度などを考慮すること。
⑥ 窓及び扉は、雨水又は雪が浸入しないようにその位置及び構造に注意すること。
⑦ 鳥獣類などが侵入しないような構造にすること。
⑧ 機器の搬出入が容易にできるような通路及び出入口を設けること。
⑨ 取扱者以外の者が立ち入らないような構造にすること。

＊我国においては、建築基準法や消防法にて火災時や自然災害時の安全について基本的なことを規定して

いる事から取入否とした。

7.1.7　ラベルの貼付（Labelling）	

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）
■関連規程類
発変電規程　第5-20条（特別高圧母線、高圧母線の相表示及び接続状態表示装置）
■7.1.7の解説
本条は、機器の保守時の安全についての基本的なことを規定している。
「発変電規程」第5-20条（特別高圧母線、高圧母線の相表示及び接続状態表示装置）では、特別高圧母線、高圧母線には、保安上の便宜をはかり、かつ、誤操作、誤接続を防止するため、相別の表示を規定したものである。表示の方法については規定していないが、色別、記号別などによるのが普通で、同一系統ではできるだけ統一した表示を行うことが望ましい。また、特別高圧電路及び高圧電路については、その接続状態を模擬母線その他の方法により表示することが望ましいと規定している。

7.2　開放型屋外設備（Outdoor installations of open design）	

ディビエーションあり

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第9条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）第1項
電技省令第23条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）第1項
電技解釈第30条（高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第31条（特別高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第43条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）
■関連規程類
労働安全衛生規則第329条（電気機械器具の囲い等）
■7.2の解説
本条は、取扱者を対象として、開放型屋外設備における機器や裸母線と保護バリア、保護オブスタクルとの離隔距離について規定するとともに、これら保護施設の仕様について規定している。また、開放型屋外設備に一般公衆が立ち入ることがないようにするための外部フェンス等の施設について規定している。その中で、柱、ポール及び塔上の電気設備については、7.7で規定する安全離隔距離が保たれていれば、外部フェンスは要求されないとしている。
電技解釈では、一般公衆が開放型屋外設備内に立ち入ることを防止する規定はあるが、これらの設備内の、いわゆる閉鎖運転区域内では、IEC規格のように、離隔に関して詳細な規定はされていない。これは、電気設備技術基準ではこれらの場所には取扱者以外の者が入らないように設備することが前提となっているためである。
柱、ポール及び塔上の電気設備については、7.7の解説に示すとおり、取扱者以外のものにも適用される規定であり、電技解釈に比べてIEC規格の方が緩い規定となっているため、電技省令第9条、解釈第30条および31条の規定によることになる。電技解釈で規定されている安全離隔距離が保たれていれば、外部フェンスは要求されない。
なお、閉鎖運転区域内での取扱者に対する安全については、労働安全衛生法により規定されている。
本条で準用している第5章（絶縁）は、設備の最高電圧に応じて、気中における充電部と対地間および各相間の最小離隔距離(N)を規定している。
電技省令第9条では、取扱者以外の者が対象であり、これに対応する規定は、7.2.3（境界離隔距離）及び7.7（柱、ポール及び塔上の電気設備）である。電技省令第9条における具体的な規定は以下のとおりで

ある。
（電技省令第９条）
　高圧又は特別高圧の電気機械器具は、取扱者以外の者が容易に触れるおそれがないように施設しなければならない。ただし、接触による危険のおそれがない場合は、この限りでない。

<ディビエーション>
柱、ポール及び塔上の電気設備については、電技省令第９条、解釈第30条および31条の規定による。電技解釈で規定されている安全離隔距離が保たれていれば、外部フェンスは要求されない。

7.2.1　保護バリア*離隔距離（Protection barrier clearance）	
取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第４条（電気設備における感電、火災等の防止）
電技省令第９条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）第１項
■関連規程類
高圧受電設備規程　1130-2（屋外に施設する受電設備の施設）
発変電規程　第5-19条　（巡視通路における保護さく等）
JEC-2200（変圧器）の表Ⅲ-5（気中絶縁距離および絶縁距離設定のための寸法）
■7.2.1の解説
本条は、保護バリアと充電部との離隔距離を規定するものであり、開口部のない固体壁は、電圧に関係なく保護バリアの離隔距離B1=Nである。開口部のあるワイヤメッシュ、スクリーンあるいは固体壁では、その保護等級を規定するほか、電圧により離隔距離が異なる。
ここで示されている保護等級は、IEC 60529（JIS C 0920）で規定されており、以下に示すとおりである。
IP1XB：直径 50mm 以上の固形物が侵入しない、例えば手（こぶし）の偶発的な接触に対して保護でき、人の指による危険箇所への接近に関しては直径 12mm、長さ 80mm の指先類似物に対して内部の充電部や可動部に接触する恐れがなく適正空間距離が確保されているもの
IP2X：直径12.5mm以上の固形物が侵入しない。また、直径12mm、長さ80mmの指先類似物に対して内部の充電部や可動部に接触する恐れがなく適正空間距離が確保されているもの
保護バリアとは、人が意図的に危険区域に侵入しようとしても容易に侵入することを防止するもので、その高さは、IEC規格では、1800mm以上であることが要求されている。IEC規格では、高さ1800mm以上ないものはオブスタクルとして取り扱われる。
高圧受電設備規程では、さく、へい等の高さは、1500mm以上と規定しており、IEC規格の値と異なっている。
発変電規程では、保護さく等と露出充電部との距離を屋外と屋内について規定している。これは裸母線の対地間隔をそのまま採用しており、IEC規格のN値に相当する。
発変電規程とIEC規格との比較では、IECの方がバリアの種類、高さをより具体的に規定している。離隔距離については発変電規程の方が若干大きくなっている。
下表に、屋外の場合の、発変電規程で示されている露出充電部分と保護さくとの離隔距離と、本条の離隔距離並びに、本条のN値を5.3の解説で示されるJEC-2200、表Ⅲ-5中の絶縁距離設定のための寸法（H_1）に代えた場合の離隔距離の比較を示す。最高電圧が同じであっても、本条で示される離隔距離の数値が複数設定されているのは、5.2.1で示される表1、表2中のN値が定格雷インパルス耐電圧に応じて、それぞれ設定されているためである。
発変電規程で規定される離隔距離は、前述のとおり、屋外における裸母線の対地間隔から設定されており、公称電圧187kV以上の離隔距離に範囲があるのは、直接接地系統のため、系統上の種々の条件から一概に標準値を定めがたいため、わが国の現状から示された対地間隔に範囲があるためである。

公称電圧/最高電圧(kV)	発変電規程	JEC-2200 の絶縁距離設定のための寸法 (H_1) を IEC 規格の N 値に代えて適用した場合	IEC 規格	
日本/IEC	離隔距離(mm)	離隔距離(mm)	離隔距離 (mm)	
		開口のない固体壁 (B_1=N (H_1))	開口のない固体壁 (B_1＝N)	開口のあるワイヤメッシュ/スクリーン/固体壁 (B_2＝N+100,52kV 超 orB_3＝N＋80,52kV 以下)
3.3/3.6	250	110	120	200
6.6/7.2	250	110	120	200
11/12	300	160	150/160	230/240
-/17.5	-	-	160	240
22/24	400	270	160/220/270	240/300/350
33/36	500	370	270/320	350/400
-/52	-	-	480	560
66/72.5	850	650	630	730
77/-	1000	750	-	-
110/123	1400	1250	900/1100	1000/1200
-/145	-	-	900/1100/1300	1000/1200/1400
154/170	1900	1500	1100/1300/1500	1200/1400/1600
187/-	1800～2300	1500	-	-
220/245	2600～2700	2210	1300/1500/1700/1900/2100	1400/1600/1800/2000/2200
275/300	2700～3300	2200	1900/2400	2000/2500
-/362	-	-	2400/2900	2500/3000
-/420	-	-	2400/2900/3400	2500/3000/3500
500/550	5000～8000	4950	2900/3400/4100	3000/3500/4200
-/800	-	-	4800/5600/6400	4900/5700/6500

7.2.2　保護オブスタクル*離隔距離 (Protective obstacle clearance)

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）第 1 項

■関連規程類

高圧受電設備規程　1130-2（屋外に施設する受電設備の施設）

発変電規程　第 5-19 条（巡視通路における保護さく等）

JEC-2200(変圧器)の表Ⅲ-5（気中絶縁距離および絶縁距離設定のための寸法）

■7.2.2 の解説

本条の保護オブスタクルとは、無意識に近づくことを防止するものである。7.2.1 の解説で述べたように、IEC 規格では高さが 1800mm 未満のものは、バリアとしてではなくオブスタクルとして位置付けている。

本条は、保護オブスタクルと充電部との離隔距離を規定するものであり、保護オブスタクルの種類に応じてその距離が規定されている。

発変電規程では、保護さく等と露出充電部との距離を屋外と屋内について規定しているが、これは裸母線の対地間隔をそのまま採用しており、IEC 規格のＮ値に相当する。

本条の注記においても、許可されていない国のあることが示唆されていることから、レール、チェーン、ロープについては国内規程に準拠すべきであろう。

IEC 規格の固体壁、スクリーンと発変電規程の保護さく、保護網の離隔距離を比較すると、66kV 以下では IEC の数値の方が大きく、それ以上の電圧になると発変電規程の数値の方が大きくなる。また、本条のＮ値を 5.3 の解説で示される JEC-2200、表Ⅲ-5 中の絶縁距離設定のための寸法（H_1）に代えた場合には 66kV 以上となっても、発変電規程の離隔距離とほぼ同等の値となる。

下表に発変電規程で示されている屋外の場合の離隔距離と本条の離隔距離並びに、本条のＮ値を 5.3 の解説で示される JEC-2200、表Ⅲ-5 中の絶縁距離設定のための寸法（H_1）に代えた場合の離隔距離の比較を示す。最高電圧が同じであっても、本条で示される離隔距離の数値が複数設定されているのは、5.2.1 で示される表 1、表 2 中のＮ値が定格雷インパルス耐電圧に応じて、それぞれ設定されているためである。

発変電規程で規定される離隔距離は、前述のとおり、屋外における裸母線の対地間隔から設定されており、公称電圧 187kV 以上の離隔距離に範囲があるのは、直接接地系統のため、系統上の種々の条件から一概に標準値を定めがたいため、わが国の現状から示された対地間隔に範囲があるためである。

公称電圧/最高電圧(kV)	発変電規程	JEC-2200 の絶縁距離設定のための寸法（H_1）を IEC 規格のＮ値に代えて適用した場合	IEC 規格
日本/IEC	離隔距離(mm)	離隔距離(mm) O_2	離隔距離(mm) O_2
3.3/3.6	250	600	600
6.6/7.2	250	600	600
11/12	300	600	600
-/17.5	-	-	600
22/24	400	600	600
33/36	500	670	600/620
-/52	-	-	780
66/72.5	850	950	930
77/-	1000	1050	-
110/123	1400	1550	1200/1400
-/145	-	-	1200/1400/1600
154/170	1900	1800	1400/1600/1800
187/-	1800～2300	1800	-
220/245	2600～2700	2510	1600/1800/2000/2200/2400
275/300	2700～3300	2500	2200/2700
-/362	-	-	2700/3200
-/420	-	-	2700/3200/3700
500/550	5000～8000	5250	3200/3700/4400
-/800	-	-	5100/5900/6700

7.2.3　境界離隔距離（Boundary clearance）

取入否	区分：Ⅳ－Ｅ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）第 1 項

電技省令第 23 条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）第 1 項

電技解釈第 30 条（高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第 31 条（特別高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第 43 条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）

■関連規程類

高圧受電設備規程　1130-2（屋外に施設する受電設備の施設）
発変電規程　第 1-5 条（さく、へい等の施設）
JEC-2200(変圧器)の表Ⅲ-5（気中絶縁距離および絶縁距離設定のための寸法）

■7.2.3 の解説

本条は、開放型屋外設備の境界部分に設置する固定壁やフェンスと充電部分との離隔距離を具体的に規定したものである。

わが国では、電技解釈第 43 条でさく、へいの高さの明示はなく、取扱者以外の者が立ち入れないようにすることと、さく、へいの高さと、さく、へいから充電部までの離隔距離の合計値が規定されている。

電技解釈と本条並びに、本条の N 値を 5.3 の解説で示される JEC-2200、表Ⅲ-5 中の絶縁距離設定のための寸法（H_1）に代えた場合の比較をすると下表のようになり、本条は、さく、へいの高さ、種類が具体的に規定されてはいるものの、本条の離隔距離は電技解釈に比べて小さくなっている。

取扱者以外の者の安全確保の観点から、電技解釈に比べるとレベルが低いと考えられるが、本状では、さく、へいの高さが最低 1800mm と規定されている点は評価できる。

本条で示される離隔距離に範囲があるのは、5.2.1 で示される表 1、表 2 中の N 値が、最高電圧および定格雷インパルス耐電圧によってそれぞれ設定されているため、最小値から最大値を示したからである。

使用電圧/最高電圧	電技解釈	JEC-2200 の絶縁距離設定のための寸法（H_1）を IEC 規格の N 値に代えて適用した場合	IEC 規格	
	境界離隔距離+さく、へいの高さ	境界離隔距離+さく、へいの高さ（最低 1800mm とする）	境界離隔距離+さく、へいの高さ（最低 1800mm とする）	
日本/IEC	(mm)	固体壁 (mm)	固体壁 (mm)	ワイヤメッシュ/スクリーン(mm)
35kV/36kV 以下	5000	2910～3170	2920～3120	3420～3620
35kV 超 160kV/36kV 超 170kV 以下	6000	3450～4300	3280～4300	3780～4800
160kV/170kV 超	6000+160kV を超える 10kV ごとに 120mm	4300～7750	4100～9200	4600～9700

＊本条で規定される離隔距離は、電技解釈に比べて小さくなっており、レベルが低いと判断されるため、取入否とした。

7.2.4　アクセス区域の上方の最小高さ（Minimum height over access area）

取入可	区分：Ⅰ－D

＊巻末「用語の解説」参照

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則第 349 条（工作物の建設等の作業を行う場合の感電の防止）
■7.2.4 の解説
本条は、閉鎖電気運転区域内の開放型屋外設備の設置にあたって、取扱者を対象として、安全な作業を確保するための、設備に対する安全離隔距離が規定されている。作業者が歩いてアクセス可能なエリアの作業面とその上部にある充電部との最小高さ、並びに地上に設置された金属製架台上の碍子の下端の地上からの最小高さを具体的に規定したものであり、図 3 にそれぞれの事例を示している。図で示されているとおり、作業面とは、地上あるいは作業台上で作業者が工具等を持って作業する場合の最遠端面である。
図 3 に示す Dw は、非活線作業における(最小)作業離隔距離を指し、この値は国の規格又は基準によるとしているが、わが国に Dw に対する規定はない（Dw の定義については、3.5.7 参照）。
電技省令第 4 条は電気設備全般の安全確保について規定されており、特に取扱者のみを対象としているものではないが、その主旨は合致する。
作業者の安全確保については、わが国では、労働安全衛生規則にて運用されているが、離隔距離等が具体的に示された規程はない。
なお、本条ではこれらの値について、積雪がある場合にはその影響を考慮することを規定している。

7.2.5 建物との離隔距離（Clearances to buildings）	

取入否	区分：Ⅳ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
以下の電技省令および電技解釈が架空電線との離隔距離を規定している。
電技省令第 29 条（電線による他の工作物等への危険防止）
電技解釈第 76 条（低高圧架空電線と建造物との接近）
電技解釈第 124 条（特別高圧架空電線と建造物との接近）
■関連規程類
JEC-2200(変圧器)の表Ⅲ-5（気中絶縁距離および絶縁距離設定のための寸法）
■7.2.5 の解説
電技では、架空電線との離隔距離を規定しているが、閉鎖運転区域内の裸導体等の電線と建物との離隔距離について、特に規定していない。本条は、取扱者の感電保護を対象として、閉鎖電気運転区域内における建物の屋根や外壁と裸導体との離隔距離を具体的に規定している。
本条と電技解釈は直接の対応関係にはないものの、わが国では閉鎖運転区域内外の区別無く電技解釈第 76 条（低高圧架空電線と建造物との接近）および 124 条（特別高圧架空電線と建造物との接近）の規程によって運用されているのが実状である。
参考までに、電技解釈で規定されている送電線(絶縁電線またはケーブル)と建造物の離隔と本条並びに、本条の N 値を 5.3 の解説で示される JEC-2200、表Ⅲ-5 中の絶縁距離設定のための寸法（H_1）に代えた場合の離隔距離の比較を下表に示す。絶縁電線と比較した場合、アクセスできる屋根や窓については電技解釈とほぼ同じであるが、それ以外は本条の方が小さく保安レベルが低い。アクセスできない屋根についても保守が必要であることを考えると、本条の取り入れは不可と考えられる。
本条で示される離隔距離に範囲があるのは、5.2.1 で示される表 1、表 2 中の N 値が、最高電圧および定格雷インパルス耐電圧によってそれぞれ設定されているため、最小値から最大値を示したからである。

電圧区分	電技解釈				JEC-2200 の絶縁距離設定のための寸法（H_1）を IEC 規格の N 値に代えて適用した場合			IEC 規格		
	屋根との離隔；上部(mm)		壁との離隔(mm)		アクセスできる屋根との離隔；上部(mm) N(H_1)+2250（最低 2500）	アクセスできない屋根との離隔；上部(mm) N(H_1)+500	窓のない外壁との離隔(mm) N(H_1)	アクセスできる屋根との離隔；上部(mm) N+2250（最低 2500）	アクセスできない屋根との離隔；上部(mm) N+500	窓のない外壁との離隔(mm) N
	絶縁電線	ケーブル	絶縁電線	ケーブル						
高圧（7kV 以下）	2000	1000	1200	400	2500	610	110	2500	620	120
特別高圧（7k 超 35kV 以下）	2500	1200	1500	500	2500 ～ 2620	660 ～ 870	160 ～ 370	2500 ～ 2520	620 ～ 770	120 ～ 270
特別高圧（35kV 超）	2500 +A	1200 +A	1500 +A	500+ A	2900 ～ 7200	1150 ～ 5450	650～ 4950	2520 ～ 8650	770 ～ 6900	270 ～ 6400
	（A=35kV 超で 10kV ごとに 150）									

注）IEC 規格での電圧区分は設備の最高電圧にて区分した

＊本条で規定される内容は、わが国では電技解釈で運用されているという実情を考えると、アクセスできない屋根等についても保守は必ず必要であることから、保安レベルが低いと判断されるため、取入否とした。

7.2.6 外部フェンス又は壁及びアクセスドア（External fences or walls and access doors）

取入可	区分：Ⅰ—E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第 23 条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）第 1 項

電技解釈第 43 条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）

■関連規程類

高圧受電設備規程　1130-2（屋外に施設する受電設備の施設）

発変電規程　第 1-5 条（さく、へい等の施設）

■7.2.6 の解説

本条は、取扱者以外の者の立ち入りを防止するための、フェンスや壁の構造やドアの施錠に関して規定されたものである。また、フェンス等については開口部の大きさについて、IP1X(IEC 60529、JIS C 0920))の保護等級が規定されている。IP1X とは、直径 50mm 以上の固形物が侵入しない、また、手（こぶし）の偶発的な接触に対し、危険な箇所との間に適正空間距離が確保されているものと定義されている。

電技省令および電技解釈では、フェンスや壁の構造等の仕様について規定はないものの、取扱者以外の立ち入りの防止について規定されており、考え方は一致する。

また、本条ではフェンスの下端は、地面から 50mm 以下でなければならないと規定されているが、わが国では、詳細規程はないものの、フェンス下端については、小動物等の侵入を防止するため、金網等の遮蔽物を設ける等の工夫により、フェンスと地面との間に隙間を設けないよう設置するのが一般的であることを留意すべきである。

7.3　開放型屋内設備（Indoor installations of open design）

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険防止）第 1 項
電技省令第 23 条（発電所への取扱者以外の者の立入の防止）
電技解釈第 30 条（高圧用の機械器具の施設）第 1 項
電技解釈第 31 条（特別高圧用の機械器具の施設）第 1 項
電技解釈第 43 条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）第 1 項及び第 2 項

■関連規程類

労働安全衛生規則　第 329 条（電気機械器具の囲い等）
JEC-0102(試験電圧標準)
JEC-2200（変圧器）
JEC-2350（ガス絶縁開閉装置）
発変電規程　第 5-19 条（巡視通路における保護さく等）

日常点検時の巡視通路及び点検位置が高圧又は特別高圧の露出充電部分に近接する場合は、取扱者が容易に露出充電部分に触れないよう、さく又は保護網を施設すること。なお、保護さく、保護網と露出充電部分との距離は、避雷器の周囲に施設するものを除き、以下の値以上とすることが望ましい。

公称電圧（kV）	IEC 61936 図-1　（cm）	発変電規程　屋内（cm）
3.3	16	10
6.6	16	12
11	19～26	18
22	22～36	30
33	37～42	42
66	73	73
77	-	85
110	100～120	-
154	120～160	-
187	-	-
220	140～220	-

保護バリア離隔距離については、7.2.1 を参照
保護オブスタクル離隔距離については、7.2.2 を参照

■7.3 の解説

本条は、設備の安全について 7.2 の開放型屋外設備の考え方を準用しており（7.2 の解説参照）、屋外設備のほうが保護オブスタクルなどの安全離隔距離は厳しくなっている。

オブスタクルは作業員の作業中の安全性のためのものであり労働安全衛生法の範囲である。わが国の安全離隔距離の詳細規定では「発変電規程第 5 - 19 条（巡視通路における保護さく等)」が参考となる。

＊第 5 章（表 1、表 2 及び付属書 A 参照）の N 値に関しては、JEC-2200 を準用することになる。

7.4　型式試験されたプレハブ型開閉装置の据付（Installation of prefabricated type-tested switchgear）

7.4.1　一般事項（General）

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）
■関連規程類
なし
■7.4.1の解説
本条は、型式試験された開閉装置の、外部との接続部分や機器の配置、運転時や故障時および将来の更新、増設時などのアクセスや安全性について規定している。なお、わが国では、設計、立ち入りについての基本的なことは当然行われるものとして扱い、特別な規定を定めていない。
IEC 62271は高電圧開閉装置および制御装置の製品規格で、IEC 62271-1は1kV超過の屋内外の共通仕様を、IEC 62271-200は定格電圧1kV超過52kV以下の金属外殻型の装置を、IEC 62271-201は定格電圧1kV超過52kV以下の交流絶縁遮へい型の装置を、IEC 62271-203は定格電圧52kV超過のガス絶縁金属外殻型の装置を対象にしている。

7.4.2 ガス絶縁金属閉鎖開閉装置に関する追加要求事項（Additional requirements for gas-insulated metal-enclosed switchgear） 7.4.2.1 設計（Design）

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）
■関連規程類
JEC-2350-2005（ガス絶縁開閉装置）
■7.4.2.1の解説
電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）第2項と同じ趣旨であるが、ガス絶縁金属閉鎖開閉装置の設計ついて、民間規格レベルの内容を規定している。
わが国の関連規格ではJEC-2350-2005（ガス絶縁開閉装置） 5（構造）などの該当部分が参考となる。
但し、ガス絶縁設備のガス区分のラベル表示に関する規定は、民間規格にも特に規定は無く、使用者の個別要求によっているのが実体である。
また、ガス区分の考え方については、電気協同研究第44巻第2号「ガス絶縁機器の信頼性向上策」に以下の記載があり、参考となる。
（ガス区分の考え方）
ガス絶縁機器のガス区分は、万一故障時の影響範囲・作業時間および保守・点検面を総合的に配慮して決定することになる。ガス絶縁機器にて万一故障が発生した場合の聞き停止範囲の考え方は「1母線・1回線のみ」が一般的であり、この考え方に基づく考え方は次の通りである。
① 異なる主母線間にはガス区分を設ける。
② 各フィーダと主母線間あるいは主母線と母線側断路器が一体となった構造ではユニット間でガス区分を設ける。
③ 複母線時の母線側断路器間はガス区分を設ける。
上記は、一般的な考え方で、このほか作業時間の短縮、監視の簡素化と言った面からの考慮も必要で、製造者と使用者の協議によって決定すべきものである。
（参考）JEC-2350-2005（ガス絶縁開閉装置）
5.1 一般事項
5.2 母線
5.3 他機器との接続部
5.4 機械的強度
5.5 タンク強度
5.6 ガス区分およびガスの純度

5.7　　接地
5.8　　熱伸縮
5.9　　相対変異
5.10　　制御・監視装置

7.4.2.2　現場での施工（Erection on Site）		
	取入否	区分：V－C
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
なし
■関連規程類
なし
■7.4.2.2 の解説
本条は、ガス絶縁開閉装置の現場での設置に関する作業上の規定である。GIS は分解して搬入され組み立てられるため清浄な環境で施工することを規定している。
わが国の関連資料では電気協同研究会第 44 巻第 2 号「ガス絶縁機器の信頼性向上策」などの該当部分が参考となる。本電協研では 3 件の故障が報告されており、うち 2 件が部品取付不良から接触不良を経て短絡に至ったものであり、残りの 1 件が調整不良から異物混入を経て短絡に至ったものである。特に異物混入に対する管理ポイントとして、現地溶接部の異物混入防止施工方法の適正化が挙げられており、これを受け現在では、現地組立部位には防塵ハウス等を設置して施工されるようになっている。
（参考）電気協同研究会第 44 巻第 2 号「ガス絶縁機器の信頼性向上策」
5-1　　機器設計・製作上の考慮点
5-1-1　機器設計および構造
5-1-2　組立および試験
5-2　　現地施工上の考慮点
5-2-1　輸送
5-2-2　据付および現地試験

7.4.2.3　過電圧に対する保護（Protection Against overvoltages）		
	取入可	区分：I－E

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 49 条（高圧及び特別高圧の電路の避雷器等の装置）
電技解釈第 41 条（避雷器の施設）
■関連規程類
発変電規程　　第 3-28 条（避雷器の構造、性能、施設条件等）
■7.4.2.3 の解説
本条は、過電圧に関する GIS の保護に関する規定であり、わが国の考え方と基本的に相違ない。本条では、引き込み口の避雷器のみでは、保護が十分でない場合に追加の避雷器が必要な場合の例を示している。
GIS は回路長や変圧器との接続条件で、サージレベルが上がる可能性があるため、追加の避雷器の設置を求めている。
わが国の関連規程では、発変電規程 JEAC 5001-2000　第 3-28 条（避雷器等の構造、性能、施設条件等）の該当部分が参考となる。
（参考）発変電規程　第 3-28 条
1.　避雷器の施設
2.　気中保護ギャップの施設
3.　アークを生ずる避雷器等の施設

<避雷器配置の補足説明>

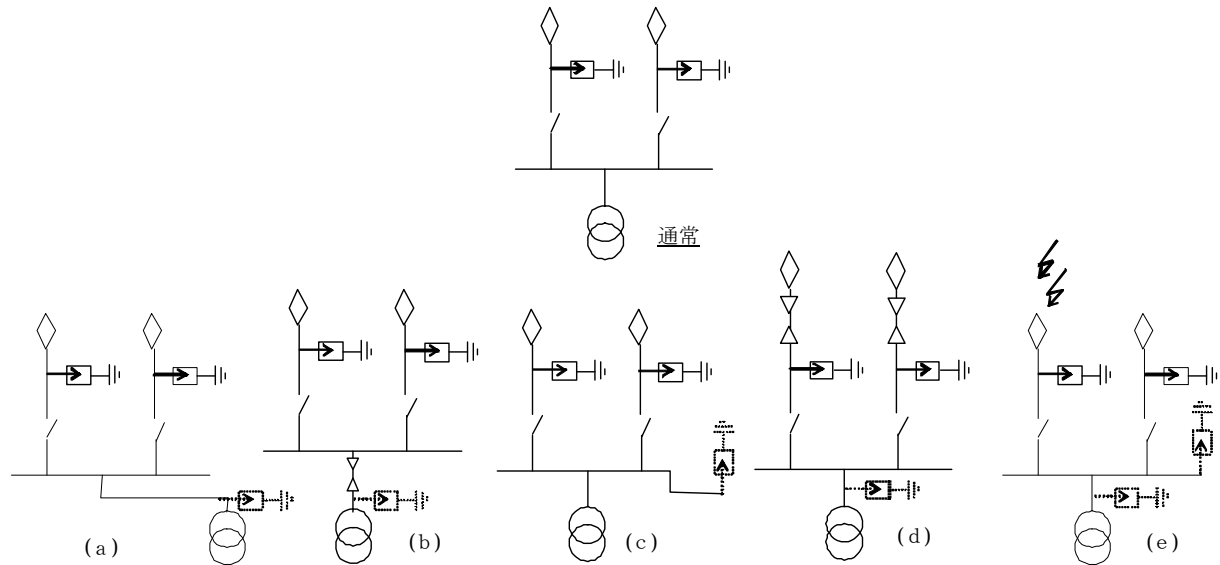



図 7.4.2.3-1

（a）変圧器と GIS との距離が長い場合、避雷器の保護範囲外の可能性があり、変圧器側へ避雷器追加を考慮する必要がある。

（b）機器間をケーブル接続した場合、一般に進入サージレベルは低下する傾向であるが、ケーブル内のサージ往復による電圧重畳の影響がある場合、避雷器設置が必要となる。

（c）母線長が長く端部が開放構成の場合、開放端反射が起り、避雷器の保護範囲から外れる可能性があり、母線部への避雷器追加を考慮する必要がある。

（d）架空線引き込み間にケーブルを経由した場合、一般に進入サージレベルは低下する傾向であるが、ケーブル内のサージ往復による電圧重畳の影響がある場合、避雷器設置が必要となる。

（e）落雷頻度の高い場合、確率的に雷撃電流値の高いことが想定され、母線側、変圧器側への避雷器追加を考慮する必要がある。

7.4.2.4　接　地（Earthing）		
	取入可	区分：Ⅰ－E
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 10 条（電気設備の接地）
電技省令第 11 条（電気設備の接地の方法）
電技解釈第 28 条（電気設備の接地）

■関連規程類

発変電規程　第 5-1 条（電気機械器具等の接地）
JEC-2350-1994（ガス絶縁開閉装置）

■7.4.2.4 の解説

本条は、GIS のエンクロージャの接地に関する規定でありわが国の考え方と基本的に相違ない。これらの規定ではできるだけ GIS の接地インピーダンスを下げることを求めている。又、電食の可能性のある金属の接続部には電食防止のため、接地接続部を分離する必要が生じ、その場合、接続部への外被サージ電圧発生抑制用のサージ保護装置を求めている。

わが国の関連規程では、JEAC 5001-2000（発変電規程）第 5-1 条（電気機械器具等の接地）、JEC-2350-1994（ガス絶縁開閉装置）5.7（接地）などの該当部分が参考となる。

（参考）

・避雷器の接地点は、大きな放電電流によって電位上昇が高くなりやすく、他の機械器具に損傷を与える

こともあるので、その接地抵抗値を規定値より可能な限り低くして電位上昇の抑制を図ることが望ましい。(JEAC 5001　5-1 解説)

・GIS のタンクおよび架構は、すべて接地される構造でなければならない。
タンクおよび架構を接地経路として活用する場合は、地絡時の電流および多地点接地方式の場合の接地線への誘導電流を安全に流しえる構造でなければならない。(JEC-2350-1994　5.7　接地)

＜GIS の接地構成の補足説明 (JEC-2350 の適用内容および国内での一般的な接地構成) ＞

(a) GIS は遮断器、断路器他複数の機器で構成するシステム機器であり、各機器毎に接地するのが基本的な考え方となるが、GIS エンクロージャを経由した共通の接地を取る構成もある。遮断器、計器用変成器、避雷器、線路用接地は、単独の接地を設けている。
また、架線やケーブルとの接合点については、接地構成の境界点になることから、接続点近傍で接地することが一般的になされている。

(b) 母線については、特に相分離形では主回路通電電流の漏れ磁束による誘導電流が GIS エンクロージャに誘起され、母線端部の接地には誘導電流が誘起される。したがって、母線端部の各相のエンクロージャを短絡する構成によりエンクロージャ内で誘導電流を循環させることで、接地電流を低減することができる。

a）回線ユニットの接地例

b）母線の接地例

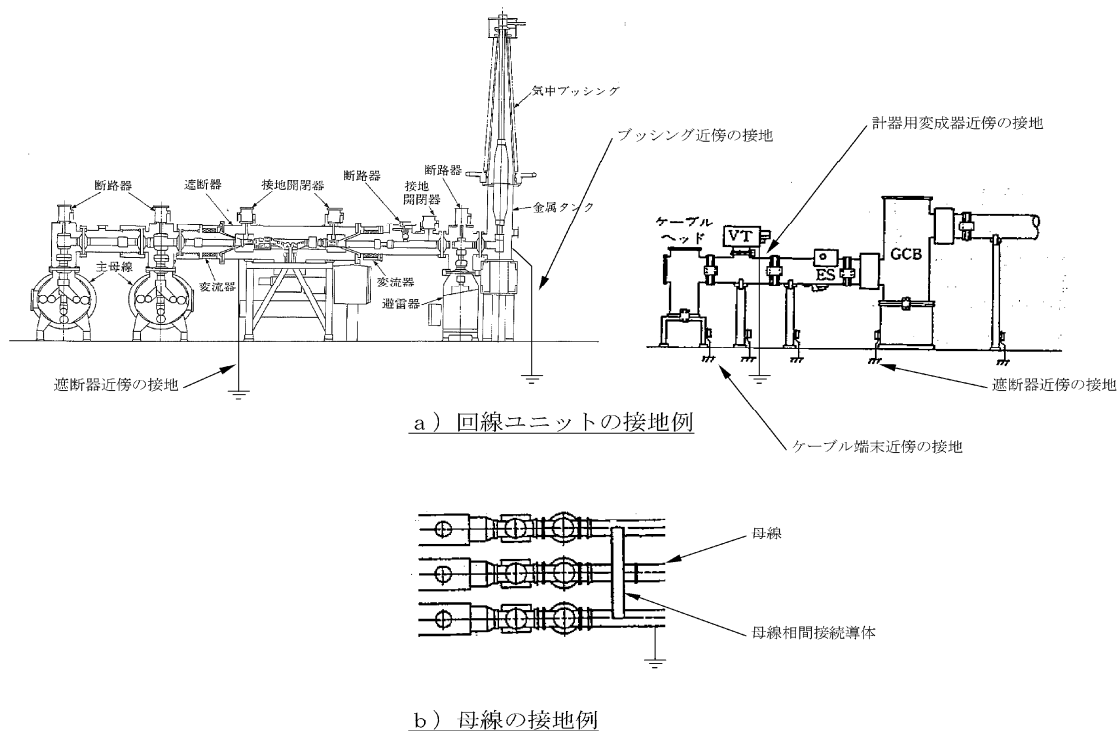



図 7.4.2.4-1

7.5　建物に対する要求事項 (Requirements for buildings) 7.5.1　概要 (Introduction) 7.5.2　構造規定 (Structural provisions) 7.5.2.1　一般事項 (General)

取入否	区分：Ⅴ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

建築基準法
消防法
労働安全衛生規則
高圧受電設備規程　第1130節（受電室などの施設）１①、②及び４①、②並びに５③など

■7.5.1の解説

わが国の場合、変電所の建物については、建築基準法及び消防法に準拠しなければならない。ただし、該当する関連法規が存在しない場合は、本章の箇条をガイドとして使用可能である。

■7.5.2.1の解説

建築構造に関する一般事項として、火災防止及び水の浸入と結露の防止を規定している。火災防止については耐熱材の使用が必要であり、水については耐水材の使用が困難な場合は、建物の構造上の防水対策と空調等の結露対策が必要である。なお、高圧受電設備規程第1篇第1章 1130節 受電室などの施設 5③では、受電室には「水管、蒸気管、ガス管などを通過させないこと」と規定している。

アークによる火災防止だけではなく、急激な圧力上昇による機械的損傷についても考慮すべきことを規定している。

配管類等の倒壊、破損、落下による電気設備の損傷だけでなく、配管類からの水、油等の漏洩の影響も考慮して設計することを規定している。

7.5.2.2　壁の仕様（Specifications for walls）	
取入否	区分：Ⅴ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

高圧受電設備規程　第1130節（受電室などの施設）

■7.5.2.2の解説

第 10 章の要求事項とは、構造体利用接地極として建築物の金属製部分はボンディングする必要がある場合に、壁を貫通する金属製部分も壁の金属製部分とのボンディングを施すことの規定である。

7.5.2.3　窓（Windows）	
取入否	区分：Ⅴ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

高圧受電設備規程　第1130節（受電室などの施設）１⑨

■7.5.2.3の解説

窓からの侵入が困難となるような、具体的要求事項を規定しており、取扱者以外の者の立入防止という電技の趣旨とは整合するが、電技には窓に関する規定はない。

7.5.2.4　屋根（Roofs）	
取入否	区分：Ⅴ－Ｃ

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

なし

■7.5.2.4の解説

開閉装置室が最上階で（平屋の場合は１階）天井が二重天井ではない場合、壁に対する屋根の固定は、遮

断機の開閉圧力に耐える機械的強度を有することを規定している。

7.5.2.5　床（Floors）		
	取入否	区分：V－C

■対応する電技省令・電技解釈
　なし
■関連規程類
　建築基準法
　消防法
■7.5.2.5の解説
　設備が設置される床は、設備の機能に悪影響を与えないような安定性と強度を有すべきことを規定している。

7.5.3 開閉装置室（Rooms for switchgear）		
	取入否	区分：V－C

■対応する電技省令・電技解釈
　なし
■関連規程類
　高圧受電設備規程　第1180節（高圧受電設備の施設における留意事項）⑦
■7.5.3の解説
　開閉装置室の広さと圧力開放開口部の寸法は、開閉装置の種類と短絡電流に依存するため、設計に当たっては開閉装置の製造者と協議する必要がある。
　圧力開放開口部の動作時のアーク故障による人や資産に対する損傷防止についても、開閉装置の製造者との打合せにより設計する必要がある。本条には、離隔距離に関して具体的な数値が示されていないため、審査基準として解釈第36条を参照する必要がある。

7.5.4　保守及び操作区域（Maintenance and operating area）		
	取入否	区分：V－C
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　なし
■関連規程類
　建築基準法
　消防法
　労働安全衛生規則　第344条、第542条、第543条
　高圧受電設備規程　第1130節（受電室などの施設）2
■7.5.4の解説
　本条は、発電所、変電所及び開閉所等の通路、アクセス区域及び避難経路に関する規定であり、国内の関連する法規としては、建築基準法、消防法、労働安全衛生規則、高圧受電設備規程がある。本条でいう通路とは、室内の作業等のためのもので、建築基準法のいう室と室とを結ぶ所謂廊下のことではない。
　閉鎖された設備の背後のアクセス経路とは、閉鎖型配電盤やキュービクルなどの裏側で、操作機構がない側の経路をいう。
　設備の定格電圧に基づいて室内の避難経路の長さを定める根拠は、電圧が高いほど設備が大きくなり、設備を設置する部屋が広くなるという理由に基づいている。
　避難経路長算出の基準点は、最悪条件により決定し、また、52kV以下と52kV超過の設備が併存している場合は、原則として短い方(20m以下)を採用する。定格電圧を52kVで区切った理由は、この規格が欧州規格(CENELEC)からの準用であるためである。

発電所のタービン室、変電所の変圧器室などで、オーバーホールや増設のためのスペースを設けている場合などは、設備の定格電圧によらず広い部屋が必要となる。このため「上記の長さに適合できない場合は、使用者との合意によらなければならない。」と、例外を認めている。

7.5.5 ドア (Doors)	
取入否	区分：V－C

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

建築基準法、消防法

高圧受電設備規程 1130-5（屋外に施設するキュービクルへ至る通路などの施設）

■7.5.5 の解説

本条は、ドアの寸法、施錠装置、安全標識に関するものであり、電技及び国内法規でも同様の規定がある。

ドアの材質に関し、本条では 1.8m 以上の外部フェンスに囲まれている場合は難燃性とする必要がないとしているが、わが国の建築関係法規では防火戸としなければならないため、この部分については国内法規による。

7.5.6 絶縁性液体*の排出 (Draining of insulating liquids)	
取入否	区分：V－C
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

発変電規程　第 1-7 条(絶縁油の構外流出防止)

電気関係報告書規則 第 4 条

■7.5.6 の解説

絶縁性液体の排出に関しては、第 8 章 8.7.1（絶縁液漏洩と地下水保護）に具体的な規定が示されている（8.7.1 は取入否としている)。

7.5.7 空調及び換気 (Air conditioning and ventilation) 7.5.7.1 蓄電池室の換気 (Ventilation of battery rooms) 7.5.7.2 非常用発電設備室 (Rooms for emergency generating units)	
取入否	区分：V－C

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

消防法、建築基準法、労働安全衛生規則

高圧受電設備規程 1130-5（屋外に施設するキュービクルへ至る通路などの施設）

JIS、JEM

■7.5.7 の解説

電技には空調･換気の規定はないが、高圧受電設備規程では、換気と冷房に関して規定している。

排煙設備は、建築基準法の規定対象であり、消防法とも関連があるため、国内法規に準拠する必要がある。

JIS のキュービクルには、100kVA 以上のものに対して換気装置を設けることの規定がある。

■7.5.7.1 の解説

蓄電池室では、可燃性ガスによる爆発を防ぐために換気について規定している。これは、鉛蓄電池では充電中に酸、水素ガスが、またアルカリ蓄電池では水素と酸素ガスが発生するためである。但し、最近の蓄電池は、ほとんどが密閉型であり、可燃性ガスが発生しない構造となっている。

■7.5.7.2 の解説

非常用発電設備室では、他の設備とは異なり原動機による騒音、振動、燃料油、冷却水、換気、排気等からの影響があることから、専用の部屋に設置することを推奨し、燃料及び排気システムについて特に規定している。

7.5.8 特別な検討を必要とする建物 (Buildings which require special consideration)	
取入否	区分：V－C

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

なし

■7.5.8 の解説

公共の建物又は居住用の建物は、電気取扱者以外の不特定多数の者の存在が予想されるため、高電圧設備には安全に関する特別な条件が必要になることを規定している。但し、具体的な条件については、該当する国内の法規に従うこととしている。

7.6 高電圧／低電圧プレハブ式変電所* (High voltage / low voltage prefabricated substations)	
取入否	区分：V－C
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

高圧受電設備規程　第 1170 節（キュービクル（キュービクル式高圧受電設備及び金属箱に収めた高圧受電設備））

JIS C 4620（キュービクル式高圧受電設備）

■7.6 の解説

IEC 62271-202 に対しては、JIS C 4620（キュービクル式高圧受電設備）が対応するが、この IEC と JIS とは整合していない。ここで述べている縮小形変電所とは、日本において路上などに設置する配電塔やパットマウントトランスに類するもので、電技で言うところの変電所には該当しない。

7.7 柱、ポール及び塔上の電気設備 (Electrical installations on mast、 pole and tower)	
取入否	区分：Ⅳ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）第 1 項

電技解釈第 30 条（高圧用の機械器具の施設）第 1 項第 2 号

電技解釈第 31 条（特別高圧用の機械器具の施設）第 1 項第 2 号

■関連規程類

なし

■7.7 の解説

電技省令第 9 条第 1 項は、高圧又は特別高圧の電気機器を取扱者以外のものが容易に触れるおそれがないように施設すること、と規定している。一方、IEC 61936 の本条は、電気設備の一般公衆からの離隔距離を定めている。IEC 61936 は、第 1 章適用範囲の a）変電所の条文で、「配電盤/変圧器が閉鎖電気運転区域の外に配置される場合は、これもこの規格の対象の電力設備として扱う」という趣旨の規定をしており、したがって、ここでいう一般公衆は電技省令のいう取扱者以外のものと同等と判断される。

各定格電圧 Um ごとの最小高さを、表 1 及び表 2 の N 値を用いて算出すると次のようになる。参考として、

電技解釈による場合の数値を右端の括弧内に示す。ただし、IEC の値 H’は充電部の高さであり、電技解釈の値は機器の高さである。

・公称電圧 6.6kV(Um＝7.2kV)　H’＝4,300mm　（市街地 4.5m、市街地外 4.0m）
・公称電圧 66kV(Um＝72.5kV)　H’＝630＋4,500＝5,130mm＝6,000mm　（6m）
・公称電圧 110kV(Um＝123kV)　H’＝900＋4,500＝5,400mm＝6,000mm　（6m）
・公称電圧 220kV(Um＝245kV)　H’＝2,100＋4,500＝6,600mm　（6.72m）
・公称電圧 275kV(Um＝300kV)　H’＝2,400＋4,500＝6,900mm　（7.38m）

ここで、6.6ｋV の柱上変圧器を考えた場合、IEC は充電部の高さを、電技解釈は機器の高さを規定しており、このことを勘案すると全地域で IEC が緩い規定といえる。特別高圧についても、全体的に IEC の方が緩い規定となっている。なお、わが国で施工される場合は、表 1、表 2 に代えて、JEC-2200 等わが国の実績にあった気中最小離隔距離を適用する必要がある。（第 5 章、箇条 5.3 参照）

第8章　安全手段（Safety measures）

8.1　一般事項（General）

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

なし

■8.1の解説

本章は、高圧又は特別高圧の設備は、設備を運転・保守する人の責任と権限において、その場所に立ち入ることができるように構築する必要があると規定している。

また、高圧又は特別高圧の近接作業又は活線作業に関しては、国家規格及び基準に従って行うことを規定している。

8.2　直接接触保護（Protection against direct contact）

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第342条（高圧活線近接作業における感電防止措置）

■8.2の解説

本条は、運転及び保守従事者が無意識に危険な充電部へ接近するか又は接触することを防止するように、設備を構築することを規定している。その危険な部分としての例を示している。

また、保護手段は、閉鎖電気運転区域であるか否かによって異なってもよいとしている。

具体的には8.2.2で区域内と区域外の要求事項を示している。

電技省令第9条第1項及び23条は、取扱者以外の者が危険充電部へ容易に接触しないように施設することを規定したものであり、この章の趣旨とは異なる。

電技解釈第30条、第31条及び第43条は、主として一般公衆を対象として危険防止を規定したものであり、この章は作業者を対象としたものである。一般公衆を対象としたものは、8.2.2.1に規定されている。

労働安全衛生規則第342条では、「電気工事の作業を行う場合において、当該作業に従事する労働者が高圧の充電電路に接触し、又は当該充電電路に対して頭上距離が30 cm以内又は躯側距離若しくは足下距離が60 cm以内に接近することにより感電の危険が生ずるおそれのあるときは、当該充電電路に絶縁用防具を装着しなければならない（図8.1参照)。」と規定しており、労働者が高圧充電電路に接近することにより生ずる感電の危険を防止するもので、8.2の規定内容に相当する。

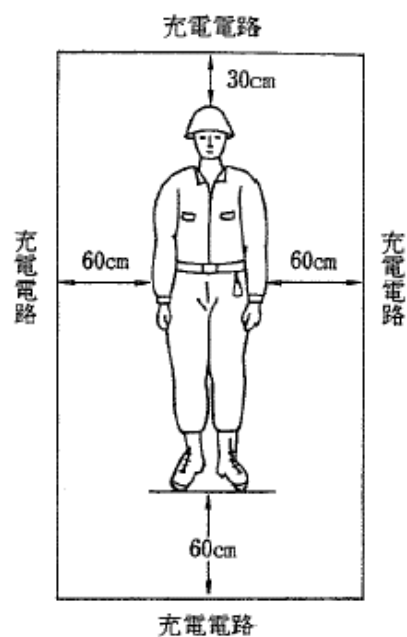



図 8.2-1　充電電路との離隔距離

8.2.1　直接接触保護手段 (Measures for protection against direct contact) 8.2.1.1　認められている保護手段 (Recognized protection measures)

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第 342 条（高圧活線近接作業における感電防止措置）

発変電規程　第 5-19 条（巡視通路における保護さく等）

■8.2.1.1 の解説

本条は、直接接触による感電を防止するための保護手段を規定している。

ここで、エンクロージャによる保護及びバリアによる保護は、意識的な接触及び無意識の接触の両方に対する保護で、オブスタクルによる保護及びアームズリーチ外への設置による保護は無意識の接触のみを保護するものである。

また、本条の“エンクロージャによる保護”及び“バリアによる保護”は、労働安全衛生規則第 342 条の規定内容に相当する。

電技との関係は、8.2 の解説参照。

発変電規程第 5-19 条では、「日常巡視点検時の巡視通路及び点検位置が高圧又は特別高圧の露出充電部分に接近する場合は、取扱者が容易に露出充電部に触れないよう、保護さく又は保護網を施設すること。なお、保護さく、保護網と露出充電部との距離は、避雷器の周囲に施設するものを除き、表 8.2.1-1 の値以上とすることが望ましい。」と規定している。

表 8.2.1-1　保護さく、保護網と露出充電部との距離（発変電規定）

公称電圧［kV］	屋　外［cm］	屋　内［cm］
3.3	25	10
6.6	25	12
11	30	18
22	40	30
33	50	42

66	85	73
77	100	85
110	140	——
154	190	——

8.2.1.2　保護手段の設計（Design of protective measures）

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第 342 条（高圧活線近接作業における感電防止措置）

■8.2.1.2 の解説

本条は、直接接触に対する保護手段の設計基準を以下のように規定している。

① 保護バリアは、高さ 1 800 mm 以上の固体壁、ドア、防護物（金網）とする。
最小高さ 1 800 mm 以上は、閉鎖電気運転区域内での電気取扱者を対象としたものである。

② 保護オブスタクルは、例えばカバー、保護レール、チェーン及びロープ並びに高さ 1800 mm 未満の壁、ドア及び隔壁であり、これらは意識的な危険充電部への接近を防止することができないので、保護バリアとみなすことはできない。

③ アームズリーチ外への設置による保護は、垂直方向及び水平方向に対して危険充電部をアームズリーチ外への設置によって保護できること（第 7 章参照）。

④ エンクロージャの一部分として使用される開閉装置室又は区画のドアは、工具又は鍵を使用するときだけ開けられるように設計すること。閉鎖電気運転区域の外側では、安全ロック式ドアを使用すること。

⑤ 可動式で導電性のある保護施設（金網製のドアなど）は、それを開放してもバリア又はオブスタクルによって離隔距離が確保されるように施設すること。

⑥ 公衆が接近可能な区域及び室では、保護設備は通常の工具で外部から簡単に取り外せるものでないこと。

IEC 規格では、直接接触に対する保護手段として①～⑥まで定めているが、これに対して労働安全衛生規則第 342 条では、労働者が高圧の充電電路に接触し、又は当該充電電路に対して頭上距離が 30 cm 以内又は躯側距離若しくは足下距離が 60 cm 以内に接近することにより感電の危険が生ずるおそれのあるときは、当該充電電路に絶縁用防具を装着しなければならないと規定している（図 8.2-1 参照）。

8.2.2　保護の要求事項（Protection requirements）
8.2.2.1　閉鎖電気運転区域の外部の保護（Protection outside closed electrical operating areas）

ディビエーションあり

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）
電技解釈第 30 条（高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第 31 条（特別高圧用の機械器具の施設）
電技解釈第 43 条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）

■関連規程類

発変電規程　第 1-5 条（さく、へい等の施設）
高圧受電設備規程　1130-2（屋外に施設する受電設備の施設）

■8.2.2.1 の解説

本条は、閉鎖電気運転区域の外側では、エンクロージャによる保護又はアームズリーチ外への設置による保護だけが使用できるとしている。

その理由としては、バリア及びオブスタクルによる保護は、公衆が意図的に充電部に接触する可能性があるからである。

保護等級 IP2XC は、IEC 60529（JIS C 0920）に示されており、電気機器を直径 12.5 mm 以上の外来固形物の侵入から保護しており、人に対しては、直径 2.5 mm 以上、長さ 100 mm 以上の工具を持って危険充電部へ接近することに対して保護していることを意味する。

アームズリーチ外への設置による保護を用いる場合は、7.2.6 又は第 7 章の図 2 の境界離隔距離及び最小高さを保持することとしている。

第 7 章の図 2 では、その保持すべき最小高さを最高使用電圧 52 kV 以下の場合には 4 300 mm、52 kV を超える場合には 6 000 mm と規定している。

＜ディビエーション＞

上部離隔距離については、解釈第 30 条第 1 項、第 31 条第 1 項又は第 43 条第 4 項の規定によること。

8.2.2.2　閉鎖電気的運転区域の内部での保護（Protection inside closed electrical operating areas）

ディビエーションあり

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令･電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第 342 条（高圧活線近接作業における感電防止措置）

高圧受電設備規程　1180-1 表（高圧受電設備の施設における留意事項）⑦ｅ

■8.2.2.2 の解説

本条は、熟練者及び技能者のみが立ち入ることができる閉鎖電気運転区域では、エンクロージャ、保護バリア、保護オブスタクル又はアームズリーチ外への設置による保護を使用できるとしており、労働安全衛生規則第 342 条（高圧活線近接作業における感電防止措置）の規定に相当する。

エンクロージャによる保護を使用するときは、IP2X 以上の保護等級が必要である。IP2X とは、電気機器を直径 12.5mm 以上の外来固形物の侵入から保護し、人に対しては、工具による危険な場所への接近に対して保護していることを意味する。ただし、アーク故障による危険に対する保護が必要な場合は、より高い保護等級（例えば、IP5X（防じん形））を必要とする場合がある。

高圧受電設備規程第 180 節 180-1 の 180-1 表の⑦のｅで、「高圧カットアウトの開閉操作の際にヒューズが遮断した場合、放出ガスの方向が作業者側への放出とならないような位置に施設すること。」と規定している。

参照先の 7.2.5 は取入否としていることから、ディビエーションが必要である。

＜ディビエーション＞

7.2.5 の参照に係る部分を除く。

8.2.2.3　通常運転中の保護（Protection during normal operation）

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第 341 条（高圧活線作業における感電防止措置）

■8.2.2.3 の解説

本条は、設備の運転、制御及び保守のために設備へ接近する場合の作業の例を示し、そのためのアクセスの必要性を示している。

電技解釈では、このような運転及び保守に関する保護は定めていない。このようなことを活線で行う場合は、労働安全衛生規則第 341 条（高圧活線作業における感電防止措置）で、「高圧の充電電路の点検、修理等当該充電電路を取り扱う作業において、労働者に絶縁用保護具を着用させ、かつ、当該充電電路のうち労働者が現に取り扱っている部分以外の部分が、接触し、又は接近することにより感電の危険が生ずるおそれのあるものに絶縁用防具を装着すること。」と規定している。

機器の最高使用電圧 Um が 52 kV 以下の設備においては、通常運転及び保守のために必要なドア又はカバーの開閉箇所には、警告措置として固定した非導電性の（ガード）レールを設ける必要があると規定している。このことは、最高使用電圧 Um が 52 kV 以下の設備では、通常充電部に近づくことを考慮して高圧近接作業を許容できるが、Um が 52 kV を超える場合は、活線作業は行わず停電作業となるので、特にアクセスの規定は定めていない。

8.3　間接接触の場合の人的保護手段（Means to protect persons in case of indirect contact）		
	取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

なし

間接接触保護については第 10 章参照。

■8.3 の解説

間接接触保護とは、電気回路の故障時に充電される露出導電性部分に人又は動物が接触して感電することを防止するための保護をいう。

備考　IEC 61140（JIS C 0365）は、人及び動物の感電保護について規定し、電気設備、システム及び機器の必要な基本的原則及び要求事項を示している。

この規定には、低圧及び高圧の系統、設備及び機器に関する事項が含まれている。

8.4　電気設備で作業時の人的保護手段（Means to protect persons working on electrical installations）		
	取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令･電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

なし

■8.4 の解説

本条は、電気設備を作業者の安全を確保するために構築し、設置することを規定している。また電力設備の運転及び保守に関する関連規格を考慮することとしている。この関連規格については保安規程等がある。作業手順は、設備の製造者と使用者間で同意したものであることとしている。

8.4.1　設備又は装置を断路*するための機器（Equipment for isolating installations or apparatus）		
	取入可	区分：Ⅰ－D
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

高圧受電設備規程　1150-9（進相コンデンサ及び直列リアクトル）

■8.4.1の解説

本条は、運転の必要に応じて、設備全体又はその一部を電源から断路できるような手段として機器の設置を規定している。設備の一部を断路する場合は、5.4.1の離隔距離を考慮することが必要である。

複数の電源から供給される設備又は設備の部分は、すべての電源を電源供給点から断路できるようにしなければならない。この電源供給点とは、当該設備の各区画又はその部分を充電できる点のことをいう。

また、変圧器などの中性点が共通の中性母線に接続されている場合は、各中性点は個々に断路できなければならない。中性点に接地用コイルと抵抗がある場合も同様である。断路した場合にも、対地間の電圧上昇を抑制するために行われる過電圧保護を維持する必要がある。

機器が設備から断路された後、残留電荷が残存する電力用コンデンサなどは放電をする装置が設置されなければならないとしている。残留電荷による作業者の感電防止を目的とし、高圧受電設備規程では、進相コンデンサの回路には、コンデンサ容量に適合する放電コイル、その他開路後の残留電荷を放電させる適当な装置を設けることとしている。

(参考)

ここで断路とは、安全上、電気設備の全体又は一部をすべての電源から分離するとの意味で使っている。

設備の一部(破線部分)を断路する例を図8.4.1-1に示す。この場合、引出型遮断器①、引出型遮断器②及び引出型遮断器③を遮断し、引き出すことにより破線部分の設備は電源から断路することができる。

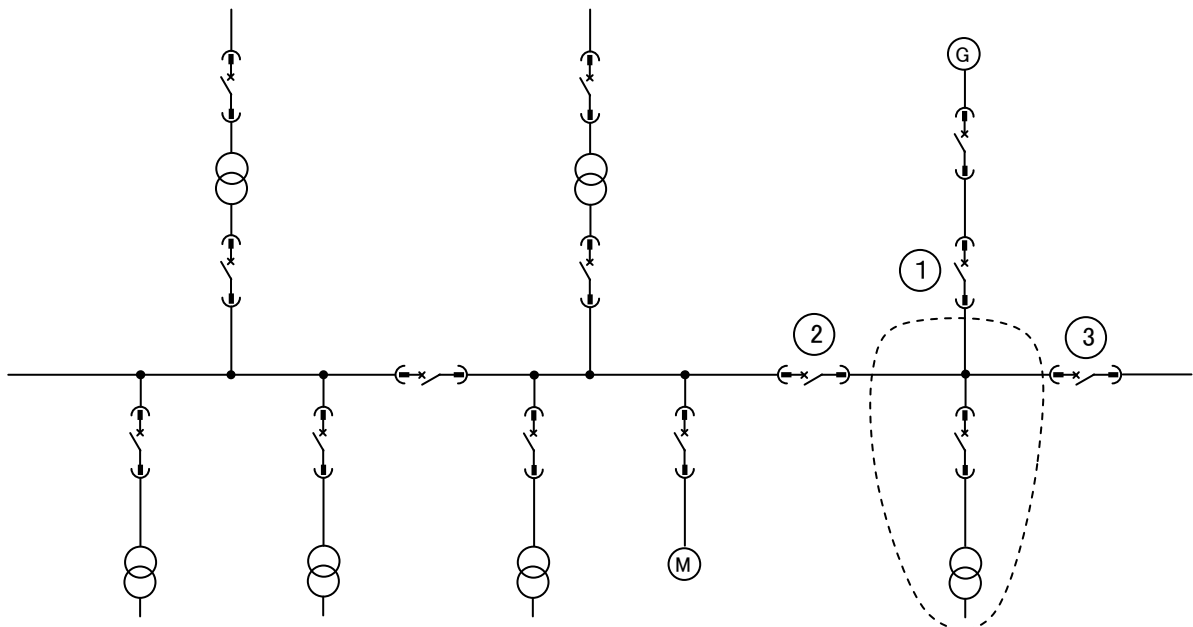



図8.4.1-1

8.4.2　断路装置の再投入防止装置 (Devices to prevent reclosing of isolating devices)

取入可	区分：Ⅰ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第339条（停電作業を行う場合の措置）

高圧受電設備規程　1180-1（高圧受電設備の施設における留意事項）

■8.4.2の解説

本条は、断路した回路が不要に再投入されないように、断路装置に必要に応じて操作できないようなロック機能を持たせることを規定している。

断路装置を操作する電源、空気圧などの供給を停止することなどにより投入できないようにした場合、断路装置の再操作が必要に応じてできないようにするためのロック装置を設置しなければならないこととしている。

また、電力ヒューズ又は引出型遮断器を取り外し、キャップあるいは挿入物を使用する場合は、工具でなければ取り外せない構造にすることが規定されている。このような構造のものではないが、再投入防止機構を備えた高圧受電設備に使用されている引出型遮断器の一例を図 8.4.2-１に示す。この遮断器では引き出した遮断器本体を固定枠に乗せると、インタロックピンが固定枠に挿入され投入操作ができないようになっている。投入するにはピンを外し、専用の工具を使用して行う。この他、区分開閉器に使用されている断路器では、開路した後に開路蓋(図 8.4.2-2 参照)を挿入することにより再投入を防止している。

手動操作開閉器（図 8.4.2-3 参照）は、再投入防止のために機械的なロック装置を備えなければならないとしているが、労働安全衛生規則では、開路に用いた開閉器に、作業中、施錠し、若しくは通電禁止に関する所要事項を表示し、又は監視人を置くこととなっている。

(参考)

・引出型遮断器の一例

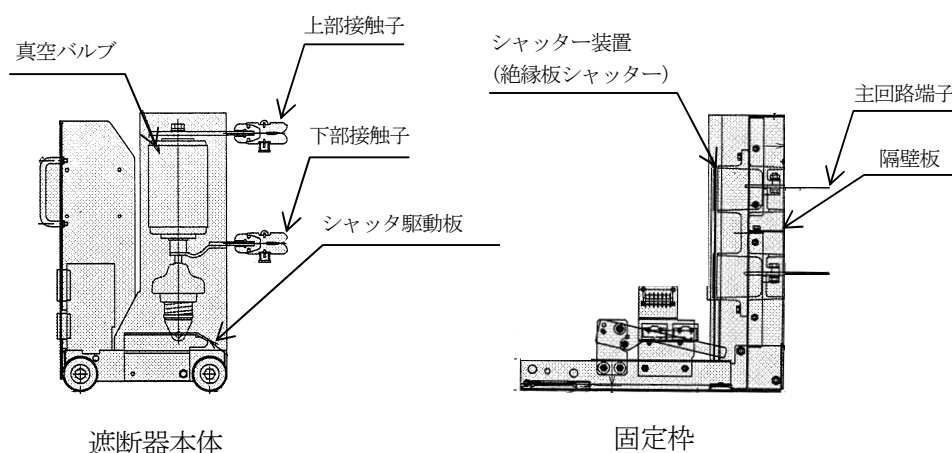



図 8.4.2-1

・区分開閉器に使用される断路器用開路蓋（ゴム製キャップ）の一例
　工具を使用することなく、取り付け、取り外しができる。

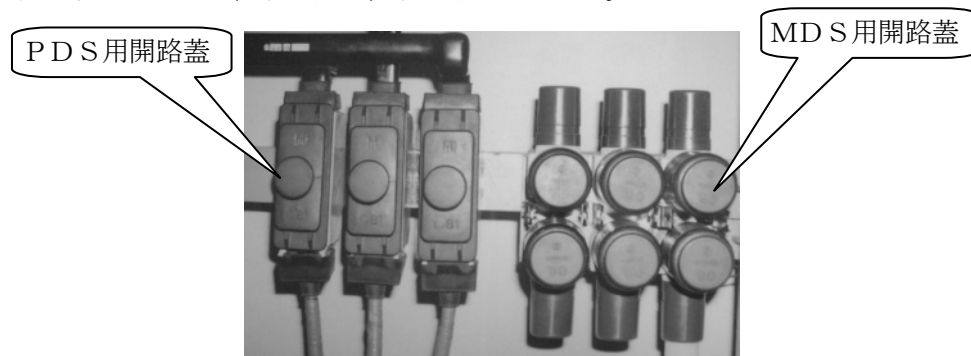



図 8.4.2-2

・断路器の電気式インタロック（機械的なロック装置との併用)の一例
　鎖錠ピンを引き抜かないと、電気式インタロックが解除できないため断路器は操作できない。

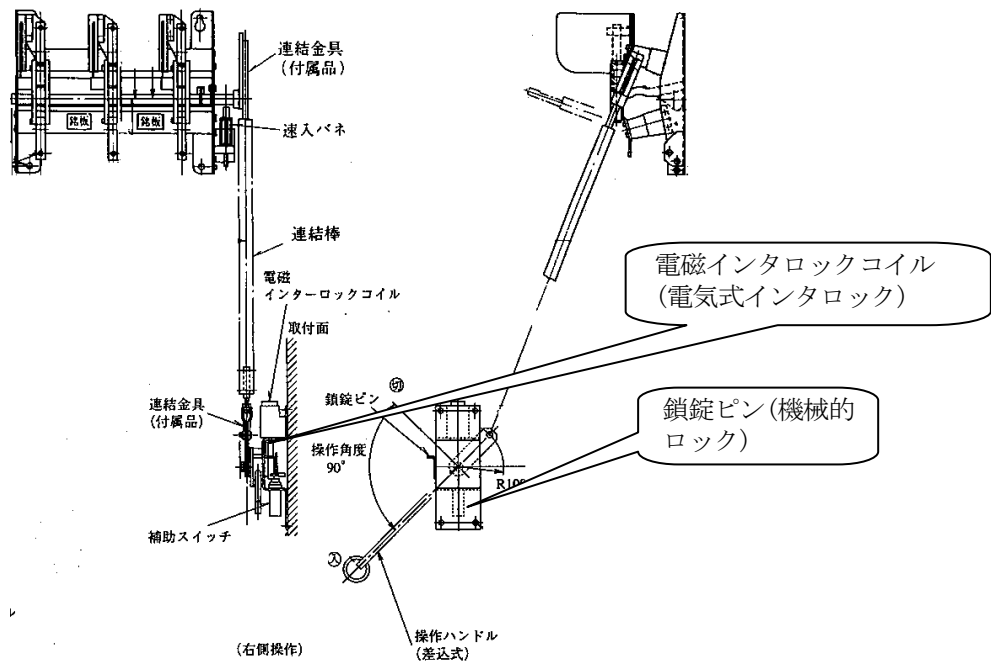



図 8.4.2-3

8.4.3 検電装置 (Devices for determining the de-energized state)

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第 339 条（停電作業を行う場合の措置）

高圧受電設備規程　1320-5（検電）、1320-7（安全用具）

■8.4.3 の解説

本条は、断路した回路が充電していないことを確認するための装置を設けることを規定している。

停電範囲を決めて、安全に作業を行うために、確実に停電していることを確認する検電器、充電表示器などの装置を使用することとしている。

掲げた各規程類では、作業を行う際は、作業着手前に検電器具を使用して検電し、充電の有無を確認することとなっている。

（参考）

検出用具として、低圧検電器、高圧検電器、特高検電器、充電標示器などがある。また、設備に充電を表示する装置も使用されている。

なお、交流専用の検電器では直流電圧の検電はできないことに留意しなければならない。

8.4.4 接地用具と短絡用具 (Devices for earthing and short-circuiting)

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第 339 条（停電作業を行う場合の措置）

高圧受電設備規程　1320-6（作業接地）

■8.4.4の解説

本条は、作業の安全上、系統から断路されている設備において作業する場合は、断路した後にその機器などを接地し、短絡できるようにすることを規定している。

断路しようとする機器は、その近くで接地し、短絡できるような手段を講じることとしている。

関連規程類では、電気工事等の作業を行うときは、当該電路を開路した後に、当該電路について、検電器具により停電を確認し、かつ、誤通電、他の電路との混触又は他の電路からの誘導による感電の危険を防止するため、短絡接地器具を用いて確実に短絡接地することとしている。

この要求事項は、構造的に設置することが不可能な、引込ケーブル端末のフランジマウントやケーブル接続箱を持つ変圧器、電気機器のような容易に充電部に接続できない箇所は適用しなくてもよい。この場合、設備の関連する開閉装置キュービクル又はベイで一次側及び二次側の接地及び短絡が有効に機能させなければならない。通常は、中性点を含む変圧器のすべての側（三次巻線を含む）で接地と短絡ができることとしている。

以下の機器は、供給元と使用者間で同意された範囲で設置されなければならない。

- 接地開閉器（フォルトメーキング及び（または）インタロック付きが好ましい。）：開閉器の接点が溶解・磨耗せず投入できる構造を持つ接地開閉器
- 接地開閉器台車：移動用台車に接地開閉器が設置され、接地する設備へ移動して使用する開閉器
- 他の開閉装置（例えば、遮断器）に組み込まれた接地用機器：開閉装置内（例えば、ガス絶縁開閉装置内）に取り付けられた接地開閉器
- 手作業で行う接地棒と短絡用具（IEC 61230参照）：設備の任意な場所に取り付けできる可搬形の短絡接地器具
- 機械的に行う接地棒と短絡用具（IEC 61219参照）：設備の特定な場所に取り付けできる専用の短絡接地器具

短絡接地用具の接続のため、設備の各部分の接地部と充電部に、適切な寸法で容易に接続できる接続点が設置され、開閉装置キュービクル又はベイの場合、手作業による短絡接地器具の接続が、安全かつ容易に取付けできるように設計されなければならないとしている。

短絡接地装置が遠隔制御で操作される場合は、短絡接地装置の開閉状態が遠隔制御場所へ確実に伝達されなければならないとしている。

回路の短絡接地を行う際に容易に接地ができない時などで、制御回路付きの負荷開閉器を介して接地を行う場合には、制御回路を動作しないようにすることが規定されている。

8.4.5　隣接する充電部に対し保護バリア*として作用する機器（Equipment acting as protective barriers against adjacent live parts）

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令･電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第329条（電気機械器具の囲い等）、第342条（高圧活線近接作業）、
　　　　　　　　　第344条（特別高圧活線作業）、第345条（特別高圧活線近接作業）

高圧受電設備規程　1320-7（安全用具）

■8.4.5の解説

本条は、隣接する充電部を保護するための保護バリアを、7.2（開放型屋外設備）又は7.3（開放型屋内設備）に従がって施設することを規定している。

保護バリアとしての壁又は保護施設がない場合は、適切な距離をもつこと。

作業離隔距離が維持できない場所では、作業区域に近接する充電部を絶縁壁などで覆うこと。

壁又は保護施設がない場合は、隣接するベイ又は区間との分離は適切な距離を保たなければならない。し

かし作業離隔距離が維持できない場合、作業区域に近接する充電部は、絶縁用防具を使用し、人体や工具、機器及び機材への危険防止をすることとなっている。

関連規程類では、作業者が作業中又は通行の際に接触し、又は接近することにより感電の危険を生ずる恐れのあるものについては、感電を防止するための囲い又は絶縁覆いを設けることとなっている。また活線作業及び活線近接作業を行う場合は、安全用具を確実に使用し、感電防止を図ることとしている。

8.4.5.1　挿入可能な絶縁仕切り*（Insertable insulated partitions）

取入可	区分：Ⅲ－D
*巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令･電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第348条（絶縁用保護具等）

高圧受電設備規程　1320-7（安全用具）

■8.4.5.1の解説

本条は、充電部に対する保護バリアとして使用する可動形スクリーン（衝立）及び挿入可能な絶縁仕切りの仕様について規定している。危険区域の外側では、危険区域からの距離に応じて許容され衝立等の間隔（Gap）を規定している（危険区域からの距離が離れるにつれ、間隔も大きくて可としている）。

a）絶縁シャッタの端は、設置時の危険防止のため、充電範囲内に位置してはならない。

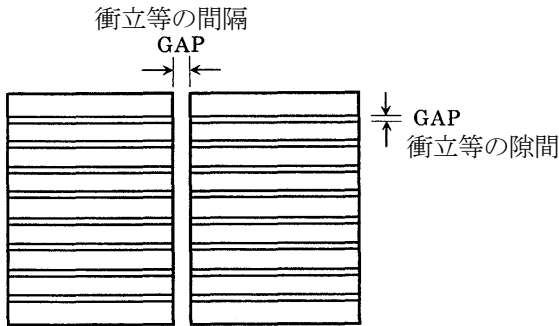
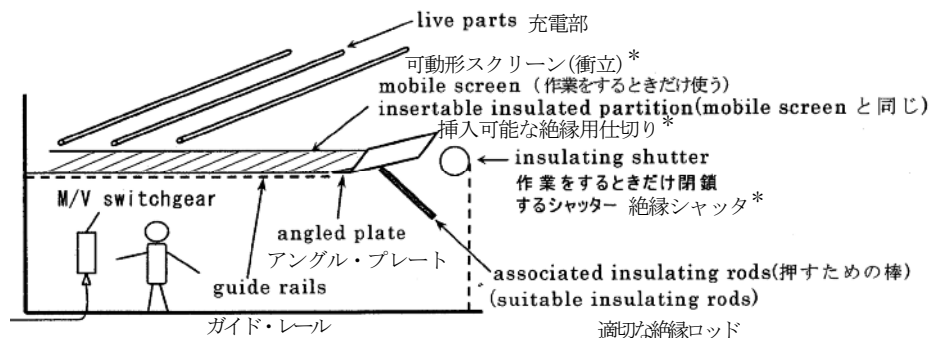
b）衝立等を複数使用する場合の間隔は、危険区域の外側で下記の寸法まで許容される。

- 制限なしで10㎜幅まで：危険区域の外側に任意に設置できる衝立等の間隔は10㎜以内、
- シャッタの端から危険区域まで100㎜以上の距離の場合、40㎜幅まで：危険区域の外側に100㎜以上の場合の衝立等の間隔は40㎜以内
- 断路器架台の近傍において100㎜幅まで：断路器が設置されている架台の場合の衝立等の間隔は100㎜以内

充電部に使用する絶縁仕切は、使用する場所によって供給元と使用者間で取り決められ、使用方法に危険がない構造とし、充電部に接触してはならない。

絶縁仕切りの使用方法については、危険区域に入ることなく、設置及び取り外しができなければならない。関連規程類では、絶縁用保護具等については、それぞれの使用の目的に適応する種別、材質及び寸法のものを使用しなければならないとされている。

（参考）

・衝立等の間隔は、隣り合う衝立の間隔及び衝立の隙間も該当する。

・開閉装置の点検のために上部充電部に近づく際に使用する移動形衝立及び挿入可能な絶縁仕切りの例

8.4.5.2　挿入可能な仕切壁（Insertable partition walls）		
	取入可	区分：Ⅲ－D
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令･電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第342条（高圧活線近接作業）、　第344条（特別高圧活線作業）、

第345条（特別高圧活線近接作業）

高圧受電設備規程　1320-7（安全用具）

■8.4.5.2の解説

本条は、充電部に対する保護バリアとしての永久的な壁がない場合の仕切り壁の設置について規定している。

関連規程類では、絶縁用保護具等については、それぞれの使用の目的に適応する種別、材質及び寸法のものを使用しなければならないとされている。

8.4.6　人的保護機器の保管（Storage of personal protection equipment）		
	取入否	区分：Ⅴ－C

■対応する電技省令･電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

労働安全衛生規則　第348条（絶縁用保護具等）、第351条（絶縁用保護具等の定期自主検査）

■8.4.6の解説

本条は、人的保護機器の保管について規定している。

（参考）

“人的保護機器”は、我が国における「労働安全衛生規則」第348条に定める“絶縁用保護具等”に相当し、定期に、その絶縁性能について自主検査を行わなければならないとされている。

8.5　アーク故障が引き起こす危険からの保護（Protection from dangers resulting from arc fault）		
	取入可	区分：Ⅰ－D
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令･電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災などの防止）

■関連規程類

労働安全衛生規則　第340条（断路器等の開路）

内線規程　3802-4（高圧の開閉器及び断路器）
高圧受電設備規程　1150-2（断路器）、1180-1（高圧受電設備の施設における留意事項）

■8.5の解説

本条は、電気設備がアーク故障を起こしたときに、操作者に危険を与えないような措置を講じることを規定している。

アーク故障防止の手段として下記の一覧が電気設備設計と構造のガイドとして提供され、供給元と使用者で合意されなければならないこととしている。

a）誤操作に対する保護は、以下の手段によって確立できる。
- 断路器の代りに負荷開閉器：負荷電流を開閉できる開閉器を用いることによって誤って操作した場合でも安全な機器の使用
- 短絡定格フォルトメーキング開閉器：誤操作した場合でも開閉器の接点が溶解・磨耗せず開閉できる構造を持つ開閉器
- インタロック：断路器のように負荷電流を開閉するためのものでない開閉器は負荷電流が通じているときは開路できないようなロック構造（8.4.2解説参照）
- 交換不可能なキーロック：合札やタブレットのような特殊なキー器具などを用いて誤操作を防止

b）アークによる影響が受けないような広い空間を持った操作のための通路（7.5参照）
c）アーク部分から保護するためのエンクロージャ又は保護バリアとしての個体のカバー：アークが発生した場合に操作者に影響を与えない構造の囲いや障壁
d）開放型機器に代る機器で内部のアーク故障に耐えることが試験された機器
e）アークが発生した場合、操作者から離れた方向へアーク生成物が放出される場合は、必要に応じて建物の外に放出するが、当然のことながら他の人への保護を考慮する。
f）電力ヒューズのような限流装置の使用
g）瞬時動作のリレー又は装置の構造によって圧力、光、熱を検出して高感度な装置によって構成される。
h）安全な距離だけ離れた場所からの電気設備の操作
i）機器内部の故障を感知し、故障時に発生したガスを放出でき、外部表示はリセットできない構造のものであること。このような機能を備えたものとして、例えば、変圧器保護用ブッフホルツリレー及び放圧板などがある。

関連規程類では、断路器のように負荷電流を遮断するためのものでない開閉器は、開路することによって、アーク短絡を生じ操作者が危険となるので、直接開路できないように施設することとなっている。また、高圧受電設備規程では、高圧カットアウトの開閉操作の際にヒューズが遮断した場合、放出ガスの方向が操作者側への放出とならないような位置に施設することとなっている。

8.6　直撃雷に対する保護（Protection against direct lightning strokes）	
取入否	区分：V－C
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

建築基準法　第33条（避雷設備）
JIS A 4201(2003)「建築物等の雷保護」

■8.6の解説

本条では、要求される信頼性に応じて保護レベル及び保護方法を使用者が選定することを定めている。また、解析方法については、供給元と使用者が合意の上選定することを定めている。

次に、避雷針及びシールド・ワイヤ（架空地線等）は接地することを規定している。

また、雷電流を流すための適切な電路が備えられている場合には、スチール製の構造物（電気的に接続が確認された鉄筋・鉄骨）に接地導体をそれと別に施設する必要はないとしている。但し、スチール構造物は

大地に接続されていることが前提となる。
国内においては、避雷針及びシールド・ワイヤは避雷設備として建築基準法で「高さ２０メートルを超える建物」に対して設置が求められている設備であり、電気設備として扱っていないため、電技及び電技解釈には該当する条項はない。
なお、IEC 62305-4は、建物内の電気及び電子機器を雷から保護する規格である。

8.7　火災に対する保護（Protection against fire） 8.7.1　一般事項（General）

取入否	区分：Ｖ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）
電技省令第9条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険防止）第2項
電技省令第14条（過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策）
電技省令第15条（地絡に対する保護対策）
電技省令第65条（電動機の過負荷保護）
電技省令第69条（可燃性のｶﾞｽ等により爆発する危険のある場所における施設の禁止）
電技省令第71条（火薬庫内における電気設備の施設の禁止）
電技解釈第36条（アークを生ずる器具の施設）
電技解釈第169条（電動機の過負荷保護装置の施設）
電技解釈第192条（粉塵の多い場所における低圧の施設）※他多数あり
電技解釈第195条（火薬庫における電気設備の施設）
電技解釈第202条（高圧屋内配線等の施設）第3項
■関連規程類
消防法施行規則　　第12条（屋内消火栓設備に関する基準の細目）、
　　　　　　　　　第24条-3（漏電火災警報器に関する基準の細目）
火災予防条例（例）　第11条（変電設備）
予防事務審査・検査基準　第3章第2節第14（変電設備等）
労働安全衛生規則　第288条（立入禁止等）、第289条（消火設備）、第290条（防火措置）、
　　　　　　　　　第546、第548条（危険物等の作業場等）、第549条（避難用出入口等の表示等）
高圧受電設備規程　1130節（受電室などの施設）
JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」
■8.7.1の解説
本条では、まず、適用する国家や地域の火災保護基準に従った設備の設置を求めている。また、電気機器による火災の予防措置としての一般事項が示されている。
火災発生時の避難通路等の確保及び設備の規模･重要度に応じた過負荷等に対する自動保護装置の設置及び、火災の危険のある運転区域には、開閉器、変圧器等の火花、アーク放電、爆発又は高温を発生する機器を設置してはならないことも規定されている。
ただし、防爆型の機器についてはその限りではなく、耐火壁の設置などの特別な措置を施した場合も同様である。防爆型とは、構造上、着火しないようなものを指す。
また、防火壁により開閉装置を区画することを、火災予防対策として推奨している。開閉装置を区画することを可能とするために､防火壁を貫通させたバスダクトにより開閉装置を接続させる方法を説明している。
一方、電技省令及び電技解釈では、電気設備が点火源となり爆発、火災を起こすおそれがある場所における電気設備の施設方法を定めている。また、避難通路等の確保に関しては、労働安全衛生規則第549条において規定されている。
機器の焼損に対する自動保護装置については、電技第14条および第15条により過電流遮断器、地絡遮断器の設置が規定されている。

また、消防関係法規では、消防法施行規則において漏電火災警報器の設置及び屋内消火栓設備の設置が建築規模、構造に応じて詳細に規定されており、屋内の変電設備は不燃材料で造った壁、柱、床及び天井で区画され、窓及び出入口は防火戸を設けることと、火災･爆発の危険のある場所に設置しないことも規定されている。また、変電設備等については隣接の建築物から原則として３m以上離すように規定もされている。

8.7.2　変圧器、リアクトル（Transformers, reactors）

取入否	区分：V－C
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第４条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第 19 条（公害等の防止）第７項

■関連規程類

火災予防条例（例）第 11 条（変電設備）

予防事務審査・検査基準　第３章第２節第 14（変電設備等）

発変電規程　　第 1-7 条（絶縁油の構外流出防止）

JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」

■8.7.2 の解説

本条では、機器の定格、絶縁媒体の種類･量、近くの機器や構造物との距離と露出の程度でリスク評価を行った上で、油入機器の火災に対する保護手段を適用することが規定されている。

また、複数の変圧器のための共通な液体溜め、液体集積タンク等を介して、火災が広がらないような機器配置をすることも規定しており、共通の液体集積タンクに接続された個々の変圧器用の液体溜めでも同様であり、炎の伝播を防ぐための対策例として、砂利層の施設や連結配管内に水など不燃性の液体を封入する方法（下図参照）が利用できるとしている。

一方、消防関係法規では、屋内の変電設備に対しては、不燃材料で造った壁、柱、床及び天井で区画し、窓及び出入口は防火戸を設けること、及び屋外の変電設備に対しては、隣接する建物からの離隔距離を原則として３m以上確保することが規定されている。

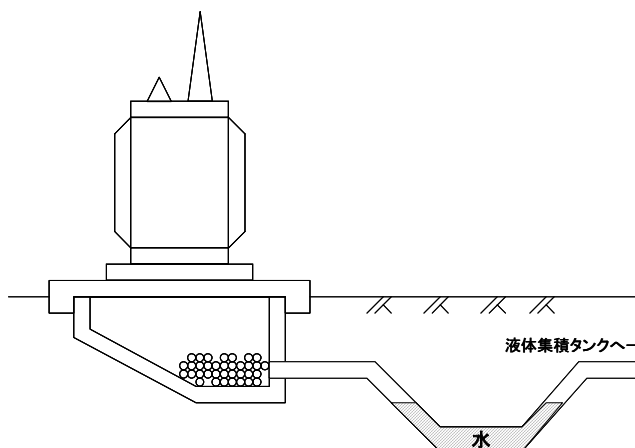



図 8.7.2-1　連結配管内に水など不燃性の液体を封入する方法

8.7.2.1　屋外設備（Outdoor installations）

取入否	区分：V－C
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第４条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

火災予防条例（例）第 11 条（変電設備）
予防事務審査・検査基準　第 3 章第 2 節第 14（変電設備等）
労働安全衛生規則　第 288 条（立入禁止等）、第 289 条（消火設備）、第 290 条（防火措置）
JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」

■8.7.2.1 の解説

本条では、屋外変圧器の種類と油量に応じた他の変圧器又は建物との最低離隔距離の確保が必要であることが、油量 1,000ℓ以上の機器（1500kVA 級の変圧器等）を対象に規定されている。これが確保できない場合には、耐火分離壁又は自動消火装置を設置することが規定されている。

また、離隔距離の数値は、ガイド値として記されており、乾式変圧器の「火災（振舞い）等級」に応じた離隔距離も規定されている。本文中の「エクスパンション・チャンバー」とは、コンサベータのことであり、図 7 に示される変圧器と建物との間の離隔は、水平距離で判断する訳ではないため、変圧器が壁に近づくほど壁を高くする必要があり、逆に壁から離れるほど壁は低くすることができることを示している。

一方、消防関連法規では、屋外の変電設備は建築物から原則として３m以上離隔を確保するよう定めてはいるが、オイル絶縁、低燃焼性液体絶縁又は乾式といった変圧器の絶縁物の種類に応じた規定はない。また、キュービクル式の変電設備で火災予防上支障がないと認められた場合には、３m以上の離隔の確保は除外される。（消防法告示第 7 号「キュービクル式非常電源専用受電設備の基準」に適合するもの。日本電気協会の認定品及び推奨品。）

表 3 に示される変圧器の離隔距離（ガイド値）が３m以上となっているものについては、国内での適用に問題はないが、JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」が有効接地系統の油入機器を対象に標準離隔を定めており、IEC の数値の方が大きい。

また、屋外設備の標準離隔として、JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」では以下の規定もある。

	民家に対する標準離隔			変電設備相互間の標準離隔		
公称電圧（kV）	187	220及び275	500	187	220及び275	500
大型油入機器	14.5	16.5	20.5	7.0	8.0	10.5
小型油入機器	7.0	7.0	9.5	3.5	3.5	5.0

単位：（m）

JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」においては、屋内の変圧器室の規定として、「危険物の指定数量（2000ℓ）をベースに、それとほぼ等価的な内蔵油量を持つ 2000kVA 以上の変圧器については、火災発生時の影響を考慮し、他設備への波及防止を目的に区画を設けることとし、更に容量の大きい 10000kVA 以上のものについては、専用の個室に収納することとした。」とあり、油入変圧器を対象としていることが分かる。一方、IEC では変圧器の種類を４つに分け、更に液体の量、変圧器の容量や火災（振舞い）等級にて各々の保護手段を規定しているところが異なっている。

「標準離隔」について、JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」では被災機器の中心から保護機器の外側まで（用地境界まで）の水平距離と定義されているが、ここでは IEC の定義が不明確（図 7 では被災機器の側面からにみえる）なため、単純比較は難しい。

8.7.2.2　閉鎖電気運転区域における屋内設備（Indoor installations in electrical power systems）	
取入否	区分：Ｖ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

火災予防条例（例）第 11 条（変電設備）
予防事務審査・検査基準　第 3 章第 2 節第 14（変電設備等）
労働安全衛生規則　第 288 条（立入禁止等）、第 289 条（消火設備）、第 290 条（防火措置）

JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」

■8.7.2.2 の解説

本条では、電力系統における変電所等の屋内の変圧器設置に対する建物（分離壁）の耐火性能や自動スプリンクラー等による保護手段を規定している。(表 4)

一方、国内においても「火災予防条例（例）第 11 条（変電設備）」等の消防関係法規において変電設備は不燃材料で造った建築物とする旨規定されており、JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」(第３章「屋内設備の防火対策」）においても、建物構造別の耐火性能や、不燃、難燃材料等の種類などが規定されている。

表 4 における「低可燃性液体絶縁変圧器」には、クロロカーボン系（フロン系）やパーフロロカーボン系のガス絶縁変圧器、シリコン油やエステル油等の難燃性絶縁油を採用したものがある。

わが国では、パーフロロカーボン系は現在も使用されている。シリコン油は合成物で分解しないため、必ずしも環境にやさしいとは言い切れない。

また、「火災（振舞い）等級」は、

F0：燃える危険性が全くない

F1：燃える危険性はあるが、許容されるレベル（60 分以内に自己消火する）

F2：F1 の要件を全て満たすとともに、火災にさらされてもメーカとユーザの間で決めた時間内は機能する

と言うクラス分けのことであるとともに、「REI」は耐火耐熱性のある耐力壁、「EI」は耐火耐熱性非耐力壁および間仕切壁のことである。

8.7.2.3　工業建物における屋内設備（Indoor installations in industrial building）	
取入否	区分：Ｖ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

予防事務審査・検査基準　第 3 章第 2 節第 14（変電設備等）

労働安全衛生規則　第 288 条（立入禁止等)、第 289 条（消火設備)、第 290 条（防火措置）

高圧受電設備規程　1130-1　(受電室の施設）第 4 項⑦

JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」

■8.7.2.3 の解説

本条では、商業用建物とは異なる工場における建物内に設置された屋内変圧器が故障時に自動遮断するよう規定している。

また、冷却材タイプ「0」(＊)の油入変圧器の保護対策は、電力系統の屋内変圧器と同様に、耐火壁や消火設備の設置等が必要であることを規定している。

冷却材タイプ「0」の油入変圧器以外の絶縁に油以外の液体を使用している機器に対しては、可搬型消火器の設置と漏れた液体の格納装置の設置以外の対策は不要としている。

乾式変圧器は、工場の活動と周囲状況に応じて離隔距離又は耐火壁の設置をすることと規定している。

(＊)『冷却材タイプ「0」』とは、表 3、表 4 に示されるように、オイルを冷却液に使用しているタイプの機器のことを意味している。

一方、国内の消防関係法規では、屋内の変電設備に対して、不燃材料による壁、柱、床及び天井の区画、窓及び出入口は防火戸にすること、及び、火災・爆発の危険のある場所に設置しないことを規定している。

また、労働安全衛生規則では、火気の使用を禁止する旨の表示及び特に危険な場所への必要以外の者の立ち入り禁止を規定している。

8.7.2.4　人が永続的に居住する建物における屋内設備（Indoor installations in building which are permanently occupied by persons）

取入否	区分：Ⅴ－C

■対応する電技省令・電技解釈
　なし
■関連規程類
　なし
■8.7.2.4 の解説
　本条では、公共又は住居建物の高電圧設備（需要設備の変圧器、リアクトル）については、国内法規等を守る必要があるとしているが、わが国ではそれらに関する特別な規定は特にない。

8.7.2.5　変圧器近傍における火災（Fire in vicinity of transformers）

取入否	区分：Ⅴ－C
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　なし
■関連規程類
　なし
■8.7.2.5 の解説
　本条では、変圧器が外部火災にさらされる危険がある場合には、耐火分離壁を設置すること、ガス密閉容器は、周囲温度の上昇に耐えられるようにすること、高温になる液体流出のコントロール及び消火設備の設置を検討することを規定している。
　消防関係法規は、変圧器が外部火災にさらされる危険がある場合の特段の対策を規定していないが、「予防事務審査･検査基準」の「変電設備の屋外の設置」に関する規定を適用して、隣接する建築物からの離隔距離を原則として 3 m 以上確保する必要がある。
　なお、電気事業法第 39 条では、事業用電気工作物が人や物件に影響を及ぼさないようにすることを規定しているが、その逆の規定はない。

8.7.3　ケーブル（Cables）

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈
　電技第 47 条（地中電線路の保護）第 2 項
　電技解釈第 134 条（地中電線路の施設）第 3 項、第 7 項、 第 13 項及び第 14 項
　電技解釈第 139 条（地中電線と地中弱電流電線等又は管との接近又は交さ）
　電技解釈第 202 条（高圧屋内配線等の施設）第 2 項
　電技解釈第 203 条（屋内高圧用の移動電線の施設）第 2 項
■関連規程類
　建築基準法施行令　第 112 条（防火区画）、
　　　　　　　　　　第 129 条-2-5（給水、排水その他の配管設備の設置及び構造）
　高圧受電設備規程　1120-3（ 高圧地中引込線の施設）第 5 項
　JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」
■8.7.3 の解説
　本条では、ケーブルそのものに関して、適切なケーブルの選定と布設方法により火災の拡大を防止すべきことを規定しており、耐火特性を持つもの、煙の発生の少ないもの、酸性ガス・腐食性ガスの発生の少ないもの等の使用を考慮しても良いことにしており、また、ケーブルの施設に関しては、建築物に関わる規定を遵守すること、電力回路を制御回路から物理的に分離すること、ケーブル・ピットやケーブル・ラックの必

要な場所に火災警報器や消火設備を設置することなどが規定されている。
一方、電技解釈 134 条第 3 項では、洞道等の暗きょに電線を施設する場合には、耐燃措置を施し又は暗きょ内に自動消火装置を設置するよう規定しており、高圧受設規程 1120-3 の 5 項でも同様に規定されている。
また、国内の建築関係法規では、ケーブル等の配管に関して、準耐火構造の防火区画等を貫通する場合には、当該配管と準耐火構造の防火区画との隙間をモルタル等の不燃材料で埋めること(建基法施行令 112 条)、防火区画等の両側 1ｍの部分を不燃材料で造ること（建基法施行令 129 条）を規定している。
また、ケーブル等の配管に火災による加熱が加えられた場合には、建物の構造によって定められた時間において、防火区画等の反対側に火災を出す亀裂等を生じないことが国土交通大臣に認定されたものでなければならないことも規定されている。(建基法施行令 129 条)

8.7.4　可燃性液体を持つ他の機器（Other equipment with flammable liquid）	
取入否	区分：Ｖ－Ｃ

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）
■関連規程類
予防事務審査･検査基準　14：変電設備等
労働安全衛生規則　第 288 条（立入禁止等)、第 289 条（消火設備)、第 290 条（防火措置）
JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」
■8.7.4 の解説
本条では、「変圧器」以外においても、100ℓ を超える量の可燃性液体をもつ開閉装置等の機器については、「変圧器」と同様の対策を要求してもよいことになっている。
文中の「分離された可燃性液体区画・・・機器」とは、機器ごとに液体量が 100ℓ を超えるかどうかで判断し、開閉装置等で各相別にセパレーター等で分割されている機器の場合には、各々の相で 100ℓ を超えているかどうかで判断する。
また、「設備の性質と用途及びその位置」とは、病院や大規模建物など、火災による影響が大きいと想定されるような場所などと考えられる。
JEAG 5002-2001「変電所等における防火対策指針」においても、変圧器（分路リアクトル、電圧調整器を含む）以外に、負荷時タップ切替装置、油遮断器、電力用コンデンサ及びブッシング等の油入主要機器には火災事故防止対策(＊)を施すように規定しているが、100ℓ と言うような容量での制限は定めていない。
(＊)変圧器室の耐火構造化、防火区画の設置、噴油・流出油対策、換気設備の設置など

8.8　絶縁性液体*及び SF_6 の漏洩に対する保護（Protection against leakage of insulating liquid and SF_6）

8.8.1　絶縁性液体*漏洩と地下水保護（Insulating liquid leakage and subsoil water protection） 8.8.1.1　一般事項（General）	
取入可	区分：Ｉ－Ｄ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 19 条（公害等の防止）第 5 項、第 7 項
■関連規程類
電気関係報告規則　第 4 条（公害防止等に関する届出）
発変電規程　第 1-7 条（絶縁油の構外流出防止）
変電所等における防火対策指針
■8.8.1.1 の解説
本条は油入機器等の液体入り機器からの漏れについて、「国家及び/又は地域の基準」によるものとし、さらに規定のない場合のガイドラインとして、液量 1000ℓ 以上の機器を対象として、液量により格納容器の要否を規定している。これは概ね 1500kVA クラス以上の変圧器が対象と考えられる。

電技では、水質汚濁防止法の規制基準に適合し、生活環境に係る被害が生ずることがないよう適切な措置を構ずることとし、中性点直接接地式電路に接続する変圧器を設置する箇所に、絶縁油の構外流出及び地下への浸透防止措置を施すこととしている。電技で油量に対する規定をしていないのは、中性点直接接地式以外の電路に接続される変圧器の油中内部故障はアークエネルギーが小さく、絶縁油の分解ガス発生量も少ないのでタンク破断に至るおそれはないためである。

電気関係報告規則第4条において油が流出した場合、ＰＣＢ(ポリ塩化ビフェニル)その他環境汚染物質を含有する電気工作物の破損その他の故障により当該環境物質が構内以外に漏れ出した又は排出された場合等の届出を義務付けている。

(参考)

本条改訂案では、液量対象のガイドラインは1000ℓ以上の液体入り機器と規定し、IEEE 980では2500ℓであると付記している。

8.8.1.2　屋内機器用の格納容器 (Containment for indoor equipment)		
	取入可	区分：Ｉ－Ｄ
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第19条 (公害等の防止) 第5項、第7項

■関連規程類

発変電規程　第1-7条 (絶縁油の構外流出防止)

変電所等における防火対策指針

■8.8.1.2の解説

本条と電技省令の関係は前記8.7.1.1の解説の通りである。本条は屋内機器の格納容器に限定しているが、この屋内一般としては発変電規程が対応する。発変電規程では、屋内変圧器の場合、変圧器の周辺に油溜やマットを設け噴出油が他室又は通路へ流出しない構造としている。変圧器の周辺の油溜で集油できない場合、あるいは室内に油溜を設置しない場合には、導油管にて収納すると規定されている。噴出油量は、変圧器全油量の50%が流出するものと想定して油流出防止設備の容量算定すると規定している。

消防法においては、火災予防条例準則 (1961年　自消甲予発　第73号) において原則として、変電所等における機器内蔵の絶縁油は、危険物としての法規制は受けないと記載されている。(「変電所等における防火対策指針」より)

＊　50%の定義

「変電所等における防火対策指針」より引用

故障時噴出想定油量を過去の変圧器故障を調査した結果では、故障の部位、様相により噴出油量に差があるが、最も過酷な故障は、強度上の弱点部と考えられるタンク溶接部が破断する場合で、噴出油量も最大となる。したがって、強度上の弱点部が一箇所に限定される場合の噴出想定油量は、弱点部より上側にあるタンクの容量とコンサベータ及び油配管等の油量の合計を考えればよく、有効接地系の変圧器の設計実績を調査し、全油量の50%と定めた。ただし、強度上の弱点部が複数箇所存在するなど、墳油量想定条件が上記と違う場合においては強度上の弱点部の存在位置等を考慮し、個々に検討する必要がある。

8.8.1.3　屋外機器用の格納容器 (Containment for outdoor equipment)		
	取入可	区分：Ⅲ－Ｄ
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第19条 (公害等の防止) 第5項、第7項

■関連規程類

電気関係報告規則　第4条 (公害防止等に関する届出)

発変電規程　第1-7条 (絶縁油の構外流出防止)

変電所等における防火対策指針

■8.8.1.3 の解説

本条と電技省令の関係は前記 8.7.1.1 の解説の通りである。本条は屋外機器の格納容器に限定しているが、この屋外一般としては発変電規程が対応する。発変電規程では屋外変圧器の油流出防止設備について下記のように規定している。

- 油水流出防止堰を設置し、その内側は敷砂利とする。
- 油水流出防止堰の容量が十分でない場合は、変圧器周辺に排油水槽を設置する。
- 油水流出防止堰、排油水槽だけで収納できない場合には、各バンク間共通の集油水溜升を設置し、これらの設備と連結する。
- 油水流出防止堰内又は排油水槽内の油水が万一流出した場合に備えて、建物とケーブルピット取合口には砂などを充填する。また、排水口の構外への出口付近に砂、土のう等を常備し万一の場合は排水ピット内に設けた角落しを閉じ、これを詰めて油水の流出防止を図る。
- 上記流出防止設備は、地質によって油水が地下へ浸透し構外へ流出するなど環境汚染のおそれがある場合、アスファルトあるいはコンクリート等による浸透防止対策が必要である。なお、地盤が粘土、シルト等であって万一漏油しても、汚染した層を最悪時で 30 日以内に搬出処理すれば絶縁油の地下浸透から構外流出にまで発展するおそれのない場所については、特別に遮蔽する必要はない。

また、油流出防止設備の容量については、下記のように規定している。

- 故障時の変圧器噴出油量（変圧器全油量の 50%）＋初期消火用の放水所要水量（20 分間放射することができる量以上）＋公共消防車の放水所要水量（常時貯水量 40m3）以上の容量とする。

8.8.2　SF_6の漏洩（SF_6-leakage）	
取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

地球温暖化対策の推進に関する法律(法律第 117 号 1998 年 10 月 9 日)

発変電規程　第 1-12 条（SF_6ガスの管理)、第 3-10 条（ガス絶縁開閉装置の熱的強度)、

第 3-30 条（ガス絶縁機器の構造、性能、施設条件等)

■8.8.2 の解説

本条はガスが漏洩した場合の換気等を規定している。電技省令第 33 条にて SF_6 を封入する圧力容器を安全に施設するための規定はあるが漏洩による換気についてはなく、電技省令第４条がこの部分に対応する。SF_6 ガスは不燃で空気より比重が重いが、室内全体ではタンク内の SF_6 ガス量の空気量に占める割合は少なく、一般に通常の建物換気量で十分である。発変電規程も同様の規定となっており、ガス絶縁開閉装置の性能に関する熱的強度について規定している。国内基準である電協研第 54 巻第 3 号(電力用 SF_6 ガス取扱基準　1998 年 2 月)においても特に換気等に関する規定はなく、SF_6 ガスを取り扱うときに必要とされる注意事項として作業場所の SF_6 ガスの最大濃度が許容濃度(一般的に通常空気に存在しない全ての無毒ガスに適用される 1000volppm)を超えないことを確実に守ることとある。また、「火災予防条例」第 11 条（変電設備）においては、屋外に通ずる有効な換気設備を設けることが規定されているが、SF_6 ガスの換気について特定するものではない。

SF_6 ガスの性能面から、高温になった場合に有害ガスが形成されることから本条では 200℃を越えてはいけないと規定しており、具体的な有害ガス発生防止法を述べている。

地球温暖化防止京都会議(COP3、1997 年 12 月)において温室効果ガスに係わる排出削減目標が定められたことをうけ、国内では発変電規程により、SF_6 ガス絶縁機器の据付、内部点検、点検作業においては、SF_6 ガスの大気への排出を抑制するためのガス回収の実施と、電気絶縁用途の SF_6 ガスのクローズドサイクル化を図るため使用済みガスは基本的に再利用し、使用済みガスが品質管理基準を満たさない場合は、再精製又は破砕する。また、SF_6 ガス排出量の抑制のため SF_6 ガスの保有量及び排出量の管理を SF_6 ガス絶縁機器使用者

およびSF_6ガス絶縁機器製造者毎に行うことを求めている。

電協研第54巻第3号(電力用SF_6ガス取扱基準　1998年2月)より引用

○SF_6ガスの基礎特性

(1)SF_6ガスは、常温、常圧(20℃、0.1MPa･abs)では無害の気体で、不活性・不燃性の化合物である。

(2) 化学的性質としてSF_6ガスは、非常に安定した不活性なガスで、無色・無臭・無毒・不燃性で水に溶けない。また反応性が非常に低いガスの一つであり、通常状態では接触しても化学反応を起こさない。

(3) 物理的性質としてSF_6ガスは、通常状態で空気より5倍重く、そのために空気との不十分な混合状態のもとでSF_6ガスは最初低い位置に留まる傾向にある。対流と拡散による空気との混合はゆるやかであるが、一度混ざった場合には再び分離することはない

○加熱分解

ガス絶縁機器の通常運転温度でのSF_6の化学的安定性は機器の長期信頼性に及ぼすので重要である。通電部の接触不良などにより局部的に過熱が起こると、SF_6ガスに熱エネルギーが注入されて徐々にSF_6ガスが分解する。分解量は触媒となる金属の種類と過熱温度に左右される。200℃以上の温度では多くの金属がSF_6ガスと反応して、金属フッ化物や硫化金属を形成する。軟鋼の容器に200℃でSF_6ガスを封入しておくと1年間で200volppm以上のSF_6ガスが分解する。

(参考)

SF_6ガスの使用及び取り扱いについての推奨事項は、IEC 61634「開閉装置におけるSF_6ガスの使用と取扱い」によると規定しているが、説明文では、予期しないガス漏れ異常をカバーするため、開閉装置の設置された空間や蓄積したガスが危険を及ぼす可能性のある場所には、換気設備を設けなければならない。屋外に設置している場合は、これに該当しない。もし、屋内地上設備において最大のガス区画の大気圧における容量が、開閉装置の設置された室内容量の10%を超えなければ、SF_6設備のある空間では、自然換気で十分である。この条件が満たされないならば、強制換気設備が必要となる。また、大気中において熱によるSF_6ガスの分解が発生しないということを保証するために、開閉装置室に設置された設備で大気に触れる部分全てが200℃を超えてはならない。密閉されていない場所で設備の据付の際にSF6ガス充填を行う場合は、作業場所で発煙や火気、溶接を避ける対策をすることが望ましいとしている。

8.8.3　SF_6の喪失による故障及びその分解生成物 (Failure with loss of SF_6 and its decomposition products)

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

発変電規程　第1－12条「SF_6ガスの管理」

電気協同研究　第54巻第3号「電力用SF_6ガス取扱基準」

■8.8.3の解説

本条はSF_6ガスの特性に関して説明している。電技省令第33条ではSF_6ガスに限定せず、ガス絶縁機器に使用する絶縁ガスは、可燃性、腐食性及び有毒性のないものであることと規定しているほか、異常な圧力を早期に検知できる機能を有することとしている。このため、本条に対応する電技省令は第4条（電気設備における感電・火災等の防止）とした。

発変電規程において、SF_6ガス絶縁機器からのSF_6ガス自然漏洩は漏洩率0.1%/年で算定すると規定している。海外においてもガス漏れ量の管理方法についてIECやCIGREで検討がなされ、IEC 62271-203「高電圧開閉装置と制御装置第203部 定格電圧52kV超過のガス絶縁金属外殻開閉装置」で許容ガス漏れ量が形式試験0.5%/年以下に改訂されている。なお、ガス絶縁機器とは電技解釈第49条に規定されているSF_6等の圧縮絶縁ガスにより絶縁された機械器具をいい、すなわち常に圧力がかかった状態にある。したがってガス漏れは

圧力低下を伴い、この圧力低下を警報する装置等の施設を求め、故障の未然防止を図る。

電気協同研究　第54巻第3号（電力用SF_6ガス取扱基準）ではガス分析（CO_2、HF）の検知管による測定及び含有量の推定、吸着剤、中和装置による分解ガス・分解生成物除去による方法、SF_6ガス回収装置、安全対策について取扱っている。

一方、IEC 61634はSF_6封入機器のライフサイクル全般に渡って、実施する可能性のあるSF_6管理をカバーしており、非常にきめ細かい方法・数値まで規定している（機密構造に関するガス漏洩率の仕様やSF_6分解精製ガスの中和に用いる溶液など）。このため、本IEC 61634を参照している本条文は電技省令第4条「電気設備は、感電、火災その他人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれが内容に施設しなければならない」の内容を満たし、民間規定（具体的には発変電規定および電気協同研究）なみに詳細な点まで規定していると判断できる。

また、参考指針として示されているCIGRE 23-04についても、IEC 61634と内容がラップしているため、電技省令第4条「電気設備は、感電、火災その他人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれが内容に施設しなければならない」の内容を満たし、民間規定（具体的には発変電規定および電気協同研究）なみに詳細な点まで規定していると判断できる。

8.9　識別及び表示（Identification and marking）

8.9.1　一般事項（General）

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

JIS C 4603（高圧交流遮断器）

JEC-2300-1998（交流遮断器）

発変電規程　第1-12条（SF_6　ガスの管理）

■8.9.1の解説

本条は運転、保守の遂行に係わる注意書き、開閉装置等の状態、表示類について記載している。また、配線被覆の色別、裏面配線には線番号を記入したチューブなどを配線に取り付け、また端末には、相、極性表示の識別を行うなど、電技省令で詳細な規定はないが、JEC、JISでは明確な表示方法を規定している。

例えばJEC-2300「交流遮断器」における開閉表示に関する記載内容は次の通りである。

－　開閉状態を確認できるような、機械的および電気的表示装置を設けるものとする。ただし、電気的表示装置は、協議により省略してもよい。また、閉鎖形配電盤などに収納して使用するもので、遮断器以外に電気的表示装置を設ける場合には、遮断器本体の電気的表示装置は省略してもよい。また、遮断器の構造上、その開閉状態が明瞭に目視できる場合には、機械的表示装置を省略することができる。(備考)開閉表示器および開閉表示灯の色別は、開は緑、閉は赤とし、文字を記入する場合、開は「切」、閉は「入」とする。また、開閉表示灯は操作時の衝撃に耐え遮断器充電中でも安全に表示灯の取換えができるような位置に設けなければならない

8.9.2　情報板と警告板（Information plates and warning plates）

取入可	区分：Ⅲ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第23条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）

電技解釈第43条（発電所等への取扱者以外の者の立入の防止）

■関連規程類

発変電規程　第1-5条（さく、へい等の施設）

高圧受電設備規程　1130-1（受電室の施設）、1130-2（屋外に施設する受電設備の施設）

■8.9.2の解説

本条は電気機器室の部屋の明示と危険を指摘する必要な情報の掲示を求めている。例えば接地線では IEC 60364 に規定されており、緑・黄色の縞模様となっている。

電技解釈では、さく、へい等堅ろうな壁を施設し、出入口に対する立入禁止表示及びの施錠装置その他適当な装置を施設するよう規定している。

発変電規程では、その構内にその取扱者以外の者が立入らないよう、また、外部から人が容易に充電部に近づかないようにさく、へい等(屋内の場合は堅ろうな壁を含む)を設け、かつ、その出入口に立入りを禁止する表示をするとともに、施錠その他適当な装置を施設すること。また、さく、へい等と特別高圧の充電部が接近する場合さく、へい等の高さとさく、へい等から充電部までの距離との和を35kVで 5m、35kV超過160kV以下 6m、160kV 超過では 6m に 160kV を超える 10kV 又はその端数ごとに 0.12m を加えた値以上とすること。さく、へい等の地表上の高さは 1.5m 以上とすることと規定している。

高圧受電設備規程では、受電室は取扱者以外の者が立ち入らないような構造とし、出入り口又は扉には施錠装置を施設し、かつ、見やすいところに「高圧危険」及び「関係者以外立入禁止」などの表示をするとともに、屋外に施設する受電設備の施設は機械器具の周囲に人が触れるおそれがないように適当なさく、へい等を設け、さく、へい等の高さとさく、へい等から充電部分までの距離との和を 5m 以上かつ高さは 1.5m 以上とすることと規定している。

8.9.3　電気的危険警告 (Electrical hazard warning)		
	取入可	区分：Ⅲ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 23 条 (発電所等への取扱者以外の者の立入の防止)

電技解釈第 43 条 (発電所等への取扱者以外の者の立入の防止)

■関連規程類

発変電規程　第 1-5 条 (さく、へい等の施設)

高圧受電設備規程　1130-1 (受電室の施設)、1130-2 (屋外に施設する受電設備の施設)

■8.9.3 の解説

本条は危険警告として一般公衆や取扱者全ての人を対象としている。電技省令第 23 条では電気機械器具、母線等が危険である旨を表示するとともに構内には取扱者以外の一般公衆が立ち入らないような措置を講ずるものとしているが、特に警告標識に限定したものではない。

その他全般は前記 8.8.2 の解説による。

8.9.4　コンデンサを組みこんだ設備 (Installations with incorporated capacitors)		
	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条 (電気設備における感電、火災等の防止)

■関連規程類

発変電規程　第 3-27 条 (電力用コンデンサ及び分路リアクトルの構造、性能、施設条件等)

高圧受電設備規程　1150-9 (進相コンデンサ及び直列リアクトル) 第 5 項

■8.9.4 の解説

本条はコンデンサの放電時間を示す警告ラベルを備えることとしている。電技省令では詳細な規定はされていない。発変電規程においては、人命の安全のため、高圧及び特別高圧電力用コンデンサを施設する場合に、残留電圧を 5 分間に 50Ｖ以下に低下させる放電装置を設けるものとし、ただし実質的に放電装置としての特性を有する設備ではこの限りではないとしており、警告ラベルに関しての規定はない。

8.9.5 非常口*のための非常用標識 (Emergency signs for emergency exits)		
	取入否	区分：Ｖ－C
	＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

該当条項なし

■関連規程類

消防法施行令　第二十六条（誘導灯及び誘導標識に関する基準）

■8.9.5 の解説

本条は非常口のための非常用標識についてである。電技省令に該当条項はないが、消防法施行令により、誘導標識は避難口である旨又は避難の方向を明示した緑色の標識とし、多数の者の目に触れやすい箇所に、避難上有効なものとなるように設けることと規定している。

例えば、非常口の扉の上部に、「避難口誘導標識」、

非常口に通じる通路に、「通路誘導標識」　このような標識の取り付けが定められている。

8.9.6　ケーブル識別表示（Cable identification marks）		
	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第 47 条（地中電線路の保護）、電技解釈第 134 条 6 項

電技解釈第 134 条（地中電線路の施設）第 6 項

■関連規程類

地中送電規定(JEAC6021-2008) 第 8-3 条　埋設物の標識

■8.9.6 の解説

本条はケーブル引き込み位置を示す表示を備えることとしている。この場合の対象となるケーブルとしては、１）地下ケーブルが変電所内の建屋へ接続されているような場合に、路上等作業でケーブル損傷を防ぐためケーブル位置を明示すること、２）変電所構内において、ケーブル引き込み部を明示することで、誤認・錯覚を防ぐことを意図していると考えられる。このような表示について１）については第４７条地中電線路の保護、２）については第 4 条の感電・火災等の防止がこの条文に該当する。詳細な規定については４７条が１）について長さが１５m以下のもの、もしくは他人が立ち入らない場所や十分当該線路の位置を認知できるような場合を除き、物件の名称・管理者名および電圧（需要箇所に施設する場合にあっては電圧）を表示することとしている。取り付ける場所についての規定はない。

第9章　保護、制御及び補助システム（Protection, control and auxiliary systems）

9.1　監視制御システム（Monitoring and control systems） ①

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

なし

■9.1①の解説

本項は、監視、保護、制御装置の運用保守上の性能、安全確保及び外雷サージノイズによる不要応動の防止等の規定である。

②

取入可	区分：Ⅱ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第14条（過電流からの電線及び電気機械器具の保護対策）

電技省令第15条（地絡に対する保護対策）

電技解釈第14条（電路の絶縁抵抗及び絶縁耐力）

電技解釈第15条（回転機及び整流器の絶縁耐力）

電技解釈第38条（高圧又は特別高圧電路中の過電流遮断器の施設）

電技解釈第39条（過電流遮断器の施設の例外）

電技解釈第40条（地絡遮断装置等の施設）

電技解釈第44条（発電機の保護装置）

電技解釈第45条（燃料電池等の保護装置）

電技解釈第46条（特別高圧用変圧器の保護装置）

電技解釈第47条（特別高圧用調相設備の保護装置）

■関連規程類

なし

■9.1②の解説

監視制御装置及び保護装置は、変圧器、発電機などの制御保護対象機器に対して、過負荷保護や、電流差動保護継電方式、また、本予備受電の場合の受電切替のような適切な制御保護方式を適用する必要がある。

また、誘導電動機では、電圧が低下した場合でも、すべりによって定格出力で運転しようとするため、電流が増え、過熱する。このため、電圧低下時、誘導電動機を電源から切り離す必要がある。

③

ディビエーションあり	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

JEC-2500-1987（電力用保護継電器）

JIS C60068-3-3（2000）（環境試験方法－電気・電子－機器の耐震試験方法の指針））

変電所等における電気設備及び耐震対策指針

原子力発電所耐震設計技術指針 1991追補版

JEIDA-63-2000（産業用情報処理・制御機器設置環境基準）

■9.1③の解説

IEC 60255-21-3（Electrical relays）の規定と整合を取るため、JEC 規格が改定された。JEC 規格では IEC 規格の Severity class に対応した耐震階級を A,B,C と定めている。また、IEC 規格では Severity class の選定ガイドを下記のように示している。

Class0：耐震要求の無い計測・保護リレー

Class1：発電プラント、変電所および産業プラントで通常使用される計測・保護リレー

Class2：高いセキュリティレベルが必要か耐震レベルが非常に高い計測・保護リレー

耐震のレベルについては、電気所全体としての耐震レベルに合わせる必要がある。国内では、原子力発電所に納入する装置と、変電所に納入する装置では耐震レベルが異なり、装置の構造自体の設計も各々の耐震レベルに適合した構造とする必要がある。

これら、耐震レベルについては、使用者が発注段階で製造者へ提示が必要であり、詳しくはわが国の民間規格に従う必要がある。

＜ディビエーション＞

地震に対しては、JEAG5003「変電所等における電気設備の耐震設計指針」、各機器に関する JEC 規格によって施設する必要がある。

④

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

JEM-TR128（配電盤・制御盤の保守点検指針）

JEM-1425（金属閉鎖形スイッチギア及びコントロールギヤ）

■9.1④の解説

機器の保守点検作業は、通常、回線毎に行なわれ、保守点検しない回線は運転継続状態となる。また、保守点検の際、作業の安全を確保するためには、作業箇所の電源の切り離し等により無電圧にする必要がある。保守点検の安全確保のため、電気所一括で制御回路の操作を行なうと、運転している回線の操作ができなくなる等の問題が発生する可能性がある。この対策として、回線毎に制御回路の切り離しができる回路構成とする。

⑤

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

発変電規程　第 3-29 条（配電盤及び閉鎖配電盤の構造、性能、施設条件等）

高圧受電設備規程　1130-1（受電室などの施設）

労働安全衛生規則　第 341 条（高圧活線作業）

労働安全衛生規則　第 342 条（高圧近接活線作業）

労働安全衛生規則　第 343 条（絶縁用防具の装着等）

労働安全衛生規則　第 344 条（特別高圧活線作業）

労働安全衛生規則　第 342 条（特別高圧近接活線作業）

労働安全衛生規則　第 542 条（屋内に設ける通路）

労働安全衛生規則　第 543 条（機械間等の通路）

■9.1⑤の解説

保護制御装置の保守点検時は、当該回線に関して、停止等の安全上の処置を取れるが、他の回線は運転を

継続している。また、回線を停止した場合であっても、操作指令を他の装置から受ける場合、この操作指令を出力する装置の電源が、当該装置の端子台部まできている場合がある。このため適切な回路の分離、区画を行い、人為的なミスによる不要動作の防止及び作業者の安全対策が必要である。また、作業に必要な空間を設ける必要がある。

⑥	
取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

発変電規程　第 4-4～13 条（保護装置）

■9.1⑥の解説

制御回路とは、直接機器操作を行なう回路（ex.遮断器操作回路等）であり、信号回路とは、運転に必要な状態等を出力する回路である。信号回路の障害や接続誤り等によって、不要に機器の制御指令が出力されないように、機能的に回路を分離する必要がある。

また、保護装置動作時、故障原因究明のために、電力会社等の保護装置では、どの保護要素で装置が動作したかを示す表示をパネル上に保持表示している例がある。この表示については、後着優先の考え方と、動作した表示を全て表示する考え方がある。

⑦	
取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 46 条（常時監視をしない発変電所等の施設）

電技解釈第 51 条（常時監視をしない発電所の施設）

電技解釈第 52 条（常時監視をしない変電所等の施設）

■関連規程類

発変電規程　第 4-4 条（水車及び発電機の保護装置）、

第 4-5 条（一般電力用特別高圧変圧器の保護装置）、

第 4-6 条（電力用コンデンサ（並列コンデンサ）の保護装置）、

第 4-7 条（分路リアクトルの保護装置）、第 4-9 条（ガス絶縁機器の保護装置）、

第 4-13 条（常時監視をしない発変電所等の保安警報装置）

JEM-1318（遠方監視制御装置標準仕様書）

■9.1⑦の解説

系統故障事象の迅速な判断、運転に影響を及ぼす装置の状態を的確に把握するため、盤面表示または外部表示等により、必要な情報を出力する。なお、信号の重要度や運用保守性を考慮して、遠方制御用にこれら表示を共通の一括表示出力にしても良い。

⑧	
取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 16 条（電気設備の電気的、磁気的障害の防止）

電技省令第 67 条(電気機械器具又は接触電線による無線設備への障害の防止)

■関連規程類

IEC 61000-6-4（2006）（電磁両立性（ＥＭＣ）－第 6-4 部：一般規格－工業環境のエミッション規格）

■9.1⑧の解説

電技省令では「電気設備は他の電気設備、その他の物件の機能に電気的又は磁気的な障害を与えないように施設しなければならない」と規定している。IEC 規格では「電磁擾乱により損害を与える可能性を最小化

する」という規定である。

装置の電気的または磁気的な障害防止対策については、「装置が電気的または磁気的な擾乱によって障害を受けない」と「装置から電気的または磁気的な障害を他の設備に与えない」の２種類がある。ここでは、後者の「装置から電気的または磁気的な障害を他の設備に与えない」の規定を指す。例えば、けい光灯や調光器からの障害を規制している電気用品安全法、工業地域での規格である IEC 61000-6-4 などに規定されている。

⑨

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

なし

■9. 1⑨の解説

系統故障における装置の一斉動作などによる制御用電源（バッテリー）の電圧瞬時低下、装置に内蔵している電源装置の故障、及び不要に操作スイッチに触れるなど意図しない操作等によっても、不要動作、不要表示を出力しないように設計上の配慮が必要である。また、外的条件、外乱などにより装置が不良となり、制御対象機器の選択操作誤り時、運転に与える影響を最小に抑えなければならい。例えば、制御装置とは別に、機器側に機械的なインタロック回路を設けるなどの方法がある。

⑩

取入可	区分:Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

なし

■9. 1⑩の解説

装置の設計に当っては、制御指令を出力する最終段のﾄﾞﾗｲﾊﾞ IC の単体不良、サージノイズの侵入による回路の不要動作などによって不要な制御指令が出力されないように設計上配慮が必要である。この設計上の配慮としては、図 9. 1-1 にあるように制御における「選択-制御」の 2 挙動方式、保護における「主検出-故障検出」の異なる２要素による論理積をとる方式などがある。

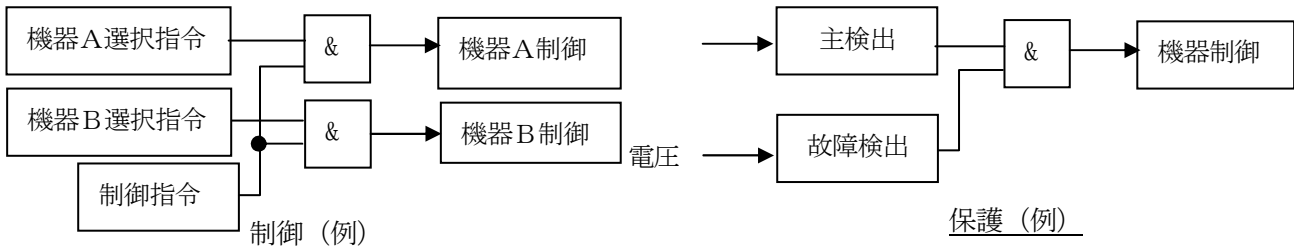



図 9. 1-1

図 9. 1-1 の制御（例）において、機器 A を制御する場合、「機器 A 選択指令」にて、機器 A を選択した後に「制御指令」で機器 A に制御指令を出力する回路構成となっている。このため、誤って「機器 A 選択指令」が出力されても、この指令のみで機器 A に制御指令が出力されない回路構成の例である。

また、図 9. 1-1 の保護（例）において、主検出側がキルヒホッフの電流法則を用いた電流差動方式の場合、電流を取り込む CT 回路に障害等が発生すると、主検出側の指令が誤って出力されるが、故障検出側を電圧で動く不足電圧リレーとしておけば、CT 回路に故障が発生しても、故障検出側は動作しないため、システムとして不要動作を防止できる。

⑪

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第４条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

JEM-1318（遠方監視制御装置標準仕様書）

■9.1⑪の解説

遠方監視制御において，装置が故障したときでも機器の操作ができるように被制御所側に現地制御盤を設備するのが通例である。したがって、遠方と現地の２個所の制御盤から制御ができるため，どちらかを優先する必要がある。この対応として、遠方－現地の選択ができる切換スイッチを設け、現地制御時には遠方（制御所）からの制御ができないようにし、切換スイッチが遠方時には現地制御盤からの制御ができないようにしている。

一方国内でも、同様の切換スイッチを設けており、遠方制御が通信回線等を用いて行なわれた場合、遠方側を優先させると、通信回線の障害等により制御が全くできなくなる可能性があるため、この遠方－現地の切換スイッチは通常現場側に設け、直接機器を操作できる現地側を優先させる考え方になっている。

また、JEM-1318 では以下のような記述がある。

「一般の遠方監視制御では，装置が故障したときでも機器の操作ができるように被制御所側に直接制御盤を設備するのが通例である。このため、遠方と直接の２個所の制御盤から制御ができるため，どちらかを優先する必要がある。このために、遠方－直接の切換スイッチを、通常現場側に優先権をもたせて用意し、直接制御時には遠方（制御所）からの制御ができないようにし、遠方時には直接制御盤からの制御ができないようにしている。」

⑫

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第４条（電気設備における感電、火災の防止）

■関連規程類

なし

■9.1⑫の解説

設備の計画停止の上、作業を実施している際に、不要に開閉装置が動作すると安全上の問題が発生する。このため、開閉装置の制御回路には、開閉装置のパレットなどにより確実に不要動作を防止する機械的、電気的なインタロック回路を設ける必要がある。

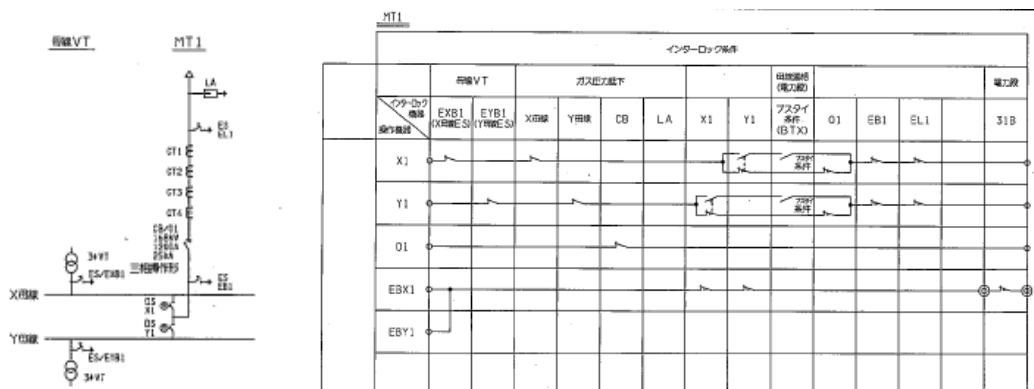



図 9.1-2　電気式インタロック（例）

⑬

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第１８条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

なし

■9.1⑬の解説

系統故障などによって、周波数や電圧が不安定になり系統システムとして動揺が発生した場合、負荷の制御や発電機の出力調整などの系統を安定化させるための手段を講じる必要がる。これらシステムの事例として、周波数低下保護継電装置や、事前にシミュレーション等で系統に障害が発生した場合の発電制御量等を決定し、これらを予め整値として入力しておき、系統に障害が発生した場合、この整定に従って制御保護を行うオフライン形の安定化システムや、常時系統の状態を一定間隔で計算し、この計算結果に基づいて発電制御量等を反映するオンライン形の系統安定化システムなどがある。

⑭	
取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第４条（電気設備における感電、火災の防止）

■関連規程類

なし

■9.1⑭の解説

プロセス制御機器の電子回路の出力で補助リレーを動作させ、この補助リレーの接点を高圧機器の制御に使用するなど、電子回路と高圧機器制御回路を分離し、電子回路側の保守の安全を確保する。

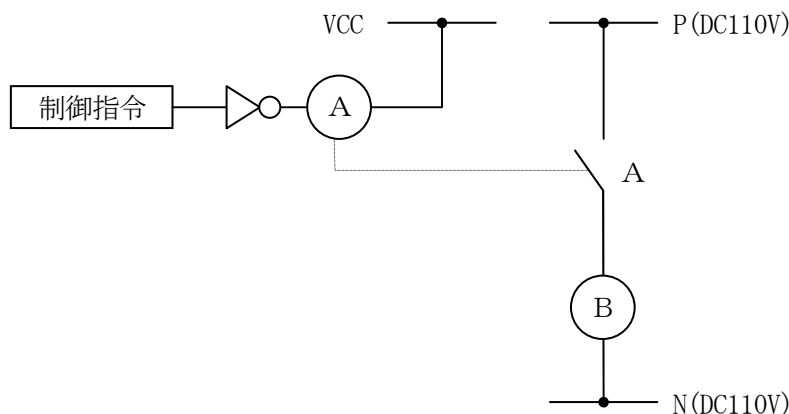



図 9.1-3　回路（例）

9.2　直流及び交流供給回路（DC and AC supply circuits） 9.2.1　一般事項（General）	
取入可	区分：Ⅱ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第４条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第 46 条（常時監視しない発電所等の施設）

電技解釈第 51 条（常時監視をしない発電所の施設）

電技解釈第 52 条（常時監視をしない変電所の施設）

電技解釈第 272 条（IEC 60364 規格の適用）

■関連規程類

発変電規程　第3-29条(配電盤及び閉鎖配電盤の構造、性能、施設条件等)、
第4-13条（常時監視をしない発変電所等の保安警報装置）

■9.2.1の解説

電技解釈第272条では、需要場所の施設する低圧の電気設備に関して、JIS C60364シリーズの規格により施設できるとしている。

各種補助回路に応じて、制御及び保護を行う補助盤が必要であり、各々の補助回路の性質に応じて、回路を区分し、この区分毎に補助電源回路盤を施設する必要がある。

この補助回路は、主に補助リレーで構成され、制御や保護が動作した場合の表示を多数箇所に表示するための接点増幅回路、制御や保護の動作条件として、遮断器などの開閉状態を受ける回路などがある。

一般的な簡易な監視としては、警報付ヒューズ、電磁遮断器のアラーム接点を用いた監視、DC分電盤においては直流接地を監視している。

電源ケーブルの断線、装置内の電源配線の断線などで装置に電気が供給されなくなった場合、監視回路の電源も喪失するため、通常の監視回路では、異常になったことを外部に出力できない。この警報出力の対応として、装置内の配線の末端に制御電源で常時励磁する補助リレーを設け監視している。

また、重要な電力供給システムとしては、遮断器などの機器制御電源や、保護制御装置の制御電源などがあり、非重要な電力供給システムとしては、状態表示用の電源などがある。

9.2.2　AC電源（AC supply）

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

発変電規程　第2-4条（監視制御方式の適用条件）

■9.2.2の解説

機器の操作電源や、制御保護装置の制御電源が喪失すると、系統故障時、停電範囲の拡大、運転操作不能などの問題が発生するため、これら重要な装置には、UPS（Uninterruptible Power Supply）を用いている。これに対し、その他の日常の点検に使用する装置（データロガー等）など、ある程度停電が許容される装置については、通常のAC電源が用いられている。これら分類については、系統故障時等の緊急時における重要度で分類されており、仕様決定にあたっては、各機器の電源容量とバックアップ時間を十分に検討する必要がある。

9.2.3　DC電源（DC Supply） ①

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

JIS C 8704-1（2006）（据置鉛蓄電池 ― 一般的要求事項及び試験方法－第1部：ベント形）

■9.2.3①の解説

9.2.2項参照

②

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

発変電規程　第4-13条（常時監視をしない発変電所等の保安警報装置）

■9.2.3②の解説

監視がある場合であっても、設備の巡視点検にて、電圧及び電流の定常値の確認、異常を発見するための計器の施設を推奨する

③ ④

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

消防法施行規則第12条（屋内消火栓設備に関する基準の細目）第4項ロ号

火災予防条例（例）第13条（蓄電池設備）

■9.2.3③の解説

a.c 電気所の機器の制御、及び保護用の電源は、系統故障が発生し、ａｃの供給が止まった場合でも確実に動作できるようにするため、ＤＣ電源を用い、ＤＣ蓄電池でバックアップをしている。特に、ac電気所の母線故障の場合、母線に接続している全遮断器が動作するため、このような場合でも確実に動作できる電源容量の確保が必要である。

■9.2.3④の解説

蓄電池は充放電時の化学反応で発熱し、また充電中に内部で発生した水素ガス(陰極)及び酸素ガス(陽極)により、火気を近づける又はショートすることにより引火爆発の危険がある。これらガスが充満しないように適切な換気設備が必要である。最近の蓄電池は、密閉型のものが使用されており、ここに指摘されている危険性は殆どない。

また、「爆発の危険が避けられない場所では・・・」の記述については、バッテリをこのような場所に置く場合の注意書きである。

なお、「IEC 60079-0」は防爆安全の規格であり以下に分類されている。

Zone 0：爆発性雰囲気が連続的にまたは長期間出現する場所

Zone 1：爆発性雰囲気が正常な状態で現れそうな場所

Zone 2：爆発性雰囲気が正常な状態で現れそうになく、仮に現れたとしても稀なだけで、短期間存在するかもしれない場所

⑤

取入可	区分：Ⅰ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第70条（腐食性のガス等により絶縁性能等が劣化することによる危険のある場所における施設）

■関連規程類

水質汚濁防止法

発変電規程　第1-6条（水質の汚濁の防止）

■9.2.3⑤の解説

鉛蓄電池には、電解液として希硫酸を使用しており、腐食性物質のため、開放型のバッテリを施設する場所では、これに耐えられる壁、天井及び床の構造とする必要がある。

当該電気設備が施設される場所の壁または天井に対する保護の規定である電技省令第70条では、腐食性ガスによる当該電気設備の絶縁性能、または導通性能の劣化に伴う感電または火災防止を規定している。

9.3　圧縮空気システム（Compressed air systems） ①

取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 33 条（ガス絶縁機器等の危険の防止）

電技解釈第 49 条（ガス絶縁機器等の圧力容器の施設）第 2 項

水技電技解釈 41 条（圧油装置及び圧縮空気装置の施設）

風技電技第 6 条（圧油装置及び圧縮空気装置の危険の防止）

■関連規程類

労働安全衛生法施行令（昭和四十七年八月十九日政令第三百十八号）

JIS B-8265（2003、2006 追補版）（圧力容器の構造－一般事項）

発変電規程　　第 5-5 条（圧油装置及び圧縮空気装置の使用材料）、

第 5-6 条（炭素鋼鋼材及び合金鋼鋼材）、第 5-7 条（鋳鉄品及び鋳鋼品）、

第 5-8 条（非鉄金属）、第 5-9 条（構造及び工作）、第 5-12 条（耐圧性能）、

第 5-13 条（安全弁及び圧力計）

■9.3①の解説

電技省令の対象はガス絶縁開閉器遮断器の圧縮空気装置である。発変電規程では第 5 章（諸装置）で規定されており、全ての圧力容器が対象である。

労働安全衛生法施行令に、圧力容器として、第一種圧力容器および第二種圧力容器が定義されており、容器内の圧力が大気圧を超えた蒸気、液体を扱うものと気体を扱うものが規定されている。

②

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

JIS B8392-3（2001）（空気圧－第 3 部：湿度測定方法）

■9.3②の解説

絶縁に空気を用いた遮断器の場合、湿度が高いと十分な絶縁耐力をもつことができないため、必要に応じて「シリカゲル」などの乾燥剤や乾燥機などにより、適正な湿度とする必要がある。

また、操作圧力として、空気を用いた場合、周囲温度と湿度の関係によっては、結露、氷雪などでシステムが正常に動作しない可能性があるため、乾燥機、乾燥剤を施設する。

③

取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 33 条（ガス絶縁機器等の危険の防止）

電技解釈第 49 条（ガス絶縁機器等の圧力容器の施設）第 2 項-第二号のニ

■関連規程類

JIS B8390(空気圧－圧縮性流体用機器－流量特性の試験方法)

発変電規程　第 5-10 条（圧油タンクの容量）、第 5-11 条（空気タンクの容量）、

第 5-14 条（圧油装置及び圧縮空気装置の圧力回復装置）

■9.3③の解説

「電技解釈第 49 条第 2 項-第二号のニ」には、開閉器、または遮断器の投入、及び遮断器を連続して 1 回以上操作ができる容量を有することが規定されている。

また、圧縮機が過熱や凍結すると適性な操作圧力を確保できなくなるため、冷却器やスペースヒータなどを設け、適切な操作圧力を確保する必要がある。

④

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 33 条（ガス絶縁機器等の危険の防止）第二号

■関連規程類

JEC-2300-1998（交流遮断器）

JEC-2350-2005（ガス絶縁開閉装置）

発変電規程　第 5-5 条（圧油装置及び圧縮空気装置の使用材料）、
第 5-6 条（炭素鋼鋼材及び合金鋼鋼材）、第 5-7 条（鋳鉄品及び鋳鋼品）、
第 5-8 条（非鉄金属）、第 5-9 条（構造及び工作）

■9.3④の解説

圧力容器や配管が腐食すると、内部圧力により圧力容器等の破裂など安全上の重大故障が発生するおそれがあるため、腐食に対する対策が必要である。

⑤

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 33 条（ガス絶縁機器等の危険の防止）第一号

■関連規程類

JIS B8371-1（2000）　空気圧－空気圧フィルター第 1 部：供給元の文書に表示する主要特性及び製品表示要求事項

JIS B8372-1（2003）　空気圧－空気圧用減圧弁及びフィルタ付減圧弁－第 1 部：供給者の文書に表示する主要特性及び製品表示要求事項

■9.3⑤の解説

圧力の異なる区画がある場合、保守点検等で再加圧の際、誤った圧力とならないよう、適切な表示が必要である。

⑥

取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 33 条（ガス絶縁機器等の危険の防止）第一号

■関連規程類

JIS B8277　(2003)（圧力容器の伸縮継手）

■9.3⑥の解説

多数の機器を操作する圧縮空気システムに故障が発生した場合、供給障害等を極力最小限に抑えるようにするため、圧力区画を設け、故障箇所のみ切り離せるようにするのが一般的である。故障箇所を切り離す場合、安全上、その箇所の圧力を大気圧まで減圧する必要がある。

⑦

取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 9 条（高圧又は特別高圧の電気機械器具の危険の防止）

電技解釈第 36 条（アークを生ずる器具の施設）

■関連規程類

なし

■9.3⑦の解説

圧力のかかっている配管をアークがでる環境の近くに施設しないなど、破裂等の安全上の問題が発生しないように配管を施設する必要がある。

⑧	
取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

■関連規程類

なし

■9.3⑧の解説

安全上の配慮の規定であり、製造者と使用者間で、システムの用途に応じて決定する必要がある。

また、制御装置の配列にかかわる規定であり、制御装置が的確に運転できるように配列することを規定している。

9.4　SF_6ガス取扱プラント（SF_6 gas handling plants）	
取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第33条（ガス絶縁機器等の危険の防止）

■関連規程類

高圧ガス保安法　第二条一一（高圧ガスの定義）

一般高圧ガス保安規則　八条（移動式製造設備に関する技術上の基準）

地球温暖化対策の推進に関する法律　第二条　3－六（温暖化ガスの掲げる物質）

発変電規程　第1-12条（SF_6ガスの管理）

■9.4の解説

電技省令及び電技解釈には、絶縁ガスの性能の規定はあるが、ガス回収の能力を決めているSF_6ガス取り扱いプラントに関しての規定はない。但し、一般高圧ガス保安規則に電技省令第二章第4節に高圧ガス等による危険の防止の規定と、ほぼ同じ趣旨の規定がある。

一般的なSF_6ガス取り扱いプラントは、移動式のものが一般的に使われており、機器の真空引き、ガス充填、ガス回収作業ができるものであり、真空ポンプ、ガス圧縮機、ガス充填装置から構成されている。SF_6ガス取り扱いプラントの高圧ガス保安法に該当する部分については、一般高圧ガス保安規則第8条の移動式製造設備に関する技術上の基準を考慮して、プラントを製作する必要がある。

「フィルタを経由してガスをリサイクルできる能力」とあるが、回収したSF_6を液化できるプラントがあれば、新ガスレベルのSF_6にリサイクルでき、ガス封入時にゼオラム（*1）を封入した筒内を、通過させることでSF_6ガスの純度はUPする。

*1　ゼオラム：高度な脱水能を有し、石油化学用・フロン用脱水剤や医薬品の保存剤

SF_6ガスの取扱い等について電気協同研究会編電気協同研究第54巻第3号「電力用SF_6ガス取扱基準」により詳細な記述がされている

9.5　水素取扱プラント（Hydrogen handling plants）	
取入可	区分：Ⅰ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第35条（水素冷却式発電機等の施設）

電技解釈第48条（水素冷却式発電機等の施設）

■関連規程類

JEC-2130-2000（同期機）11.9 水素冷却円筒形発電機の強度

JEAC3703-2005（発電用蒸気タービン規程）第8章 蒸気タービン及び発電機の防火対策

■9.5の解説

(1) 水素ガスの着火に必要なエネルギーは非常に小さいため、発電機内の水素ガスが漏えいすると空気との混合により着火の恐れがあるため、火災や爆発が起きないよう大気圧より高い圧力で高純度に保つことが重要である。
(2) 爆発が発生しても耐えられるように機械的強度が規定されている。
(3) 水素が漏れた場合や異常な状態の対応として、電技解釈および JEAC に軸封部に窒素ガスを封入することができる装置または水素ガスを外部に放出することができる装置を設けることや計測装置が規定されている。

9.6　制御システムの電磁両立性に関する基本規則 (Basic rules for electromagnetic compatibility of control systems) 9.6.1　一般事項 (General) 9.6.2　高電圧設備におけるノイズ源 (Electrical noise sources in high voltage installations)

取入可	区分：Ⅰ－E

■対応する電技省令・電技解釈
電技省令第 16 条（電気設備の電気的、磁気的障害の防止）
電技省令第 42 条（通信障害の防止）
電技省令第 67 条（電気機械器具又は接触電線による無線設備への障害の防止）
電技解釈第 53 条（電波障害の防止）
電技解釈第 64 条（架空弱電流電線路への誘導障害の防止）
電技解釈第 88 条（低高圧架空電線と架空弱電流電線等との共架）
電技解釈第 102 条（誘導障害の防止）
電技解釈第 138 条（地中弱電流電線への誘導障害の防止）
電技解釈第 168 条（高周波電流による障害の防止）
電技解釈第 204 条（屋内に施設する高圧接触電線の工事）
電技解釈第 224 条（電気さくの施設）
電技解釈第 244 条（電波障害の防止）
電技解釈第 246 条（通信上の誘導障害防止施設）
電技解釈第 261 条（通信上の誘導障害防止施設）
電技解釈第 273 条（直流流出防止変圧器の施設）
電技解釈第 291 条（変圧器中性点の接地）第 2 項
■関連規程類
架空送電規程　第 10-1 条（誘導障害の防止）、第 10-2 条（静電誘導電流の計算方法）、
第 10-3 条（電磁誘導電圧の制限値等）、第 10-4 条（電波障害の防止）
■9.6.1, 9.6.2 の解説
電磁両立性とは、電気機器などが備える、電磁的な不干渉性および耐性のことである。電磁的な不干渉性とは、ある機器が動作することによって他の機器の動作を阻害したり、人体に影響を与える一定レベル以上の干渉源となる電磁障害(EMI：Electro Magnetic Interference)を生じないことである。また、電磁的な耐性とは、付近にある電気機器などから発生する電磁波などによって、自身の動作が阻害されない電磁感受性(EMS：Electro Magnetic Susceptibility)を持つことである。(IT 用語辞典　e-Word より引用)
装置の信頼度設計上配慮すべき異常電圧はサージ性電圧であり、雷サージ、主回路開閉サージ、直流回路開閉サージに分類され、これの性質と対策の詳細については、電気協同研究会編　電気協同研究第 57 巻 3 号「保護制御システムサージ対策技術」に記載されている。上記研究報告書によれば、サージは高周波障害に分類され各々のサージについては、下記のように制御回路に現れる。
(1) 雷サージ
a．電気所の母線、接地線などに雷サージ電流が流れ、近接する制御ケーブルに誘導。
b．計器用変成器の一次側雷サージ電圧、電流が二次回路に誘導。
c．電気所の接地系に雷サージ電流が流入し、流入点の接地電位が上昇、近傍に布設された制御ケーブル

芯線に誘導。

d．装柱に使われる腕金等の接地機材への雷撃が送電線路に逆閃短絡で侵入。

(2) 主回路開閉サージ

a．遮断器や断路器の開閉で主回路に発生した開閉サージが計器用変成器の二次回路に誘導。

b．ＧＩＳ機器において、発生した開閉サージが接地電位を変動させ近接する制御ケーブルに誘導。

(3) 直流回路開閉サージ

直流回路の容量性や、誘導性負荷を接点で開閉すると 2000V 以上の高いサージ電圧が発生する場合がある。

低周波障害は、商用周波の成分が、電磁誘導によって信号線に移行し、障害が発生する現象である。これらの対策の国際規格として IEC 61800-3(可変速電力ドライブシステム　パート３：特定試験法を含む EMC イミュニティ要求)が検討されている。

9.6.3　高周波障害の影響を低減するためにとるべき手段 (Measures to be taken to reduce the effects of high frequency interference)

取入可	区分：Ｉ－Ｅ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

9.6.1, 9.6.2 に同じ

■関連規程類

JEC-1201-1996 (計器用変成器：保護継電器用)

架空送電規程　第 5-6 条 (雷害対策)

電力保安通信規程　第 2-4 条 (通信線路の接地)、

第 2-36 条 (屋内通信線と低圧屋内電線との接近又は交さ)

■9.6.3 の解説

本規格は基本的な定性的規定のみであるが、IEC 60364 においては、詳細に規定されている。また、JEC 規格にも具体的に仕様が規定されている。JEC 規格は国内外諸規格との整合に留意し改定されている。

計器用変成器でのサージ対策として、ＣＴ回路の２次側にサージ吸収コンデンサなどの適用、制御装置に使用する入力変換器の２次回路にサージアブソーバ､ノイズ遮断トランス(シールドの布設によりコイル間絶縁の確保、静電結合がない、高周波の電磁誘導がない)の適用、光ＰＤ等の新技術の適用がある。

雷撃に対する保護として電技解釈で規定されている定常接地抵抗値は、最大地絡電流により発生する大地電位上昇の電位傾度が人体に影響を与えない歩幅電圧、接触電圧により決定されている。制御回路に避雷器等を施設することは一般的に行われていない。また侵入サージの発生機構が極めて多種多様であることからサージの統計的予測効果、及び装置・器具の保有絶縁レベルを基にして、機器、装置の重要性のほか、経済性をも勘案して決定することが望ましい。これら詳細については、電気協同研究会編　電気協同研究第 57 巻 3 号「保護制御システムサージ対策技術」に記載されている。

接地方式としては用地面積が限られている場合に適用する「深埋設接地」、接地母線同士を互いに接続する「メッシュ接地」、大規模な電気所で設備間に電位差を生じさせないようにする「共有接地」、地下変電所で周囲の土砂が崩れないように鋼材等と組み合わせた連続土留壁を接地極とする「地下変電所の連壁接地」などがある。

これら接地によって、雷サージに対して、大地電位上昇の電位傾度を平滑にして過渡サージインピーダンスを小さくし、制御盤側へのサージの侵入を小さくできる。

制御ケーブルの芯線へのサージ移行対策として、シールド付ケーブルを用い、そのシールドを接地している。

また、シールド接地方法について、電磁誘導低減対策では、両端を接地し、内部の芯線と交差する磁束を打ち消す方向にシールドに電流を流している。

このシールドの接地方法の違いによる効果は概ね、片端(機器側)接地→片端(制御盤側)接地→両端接地の順で効果が大きくなる。但し、実際は反射による電圧上昇があるため、機器側の片端接地は行わない。

また、ケーブルのシールド線長を長くすると、サージに含まれる高周波成分とシールドの自己インダクタンス分の影響でサージの低減効果が低下するため、直線的に太く、短く、中間点で接地するなど施工し、シールドの自己インダクタンスが増加しないようにする必要がある。

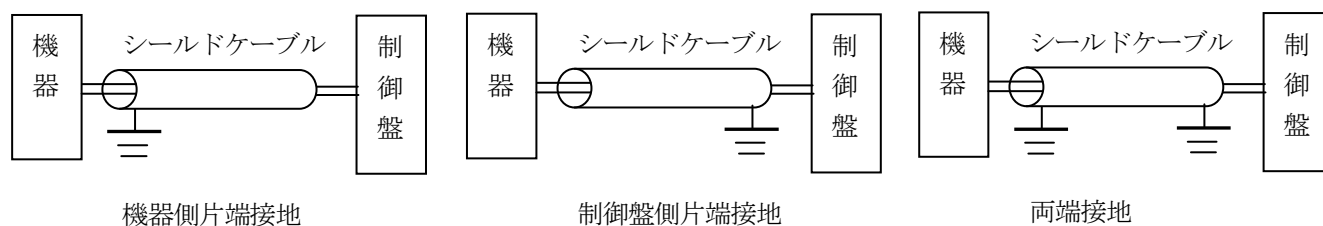



図 9.6.3-1

ディファレンシャルモードとは「JIS C 0161:1997」に規定されている通り、指定された一組の充電導体のうち、任意の 2 導体間の電圧を指す。これに対して、コモンモードとは、規定の基準、通常は大地または筐体と各導体との電圧のベクトル的平均を指す。

したがって、ディファレンシャルモードの過電圧を低減するためには、各々の導体の結合を疎にする必要があり、配線やケーブルの分離が効果的である。

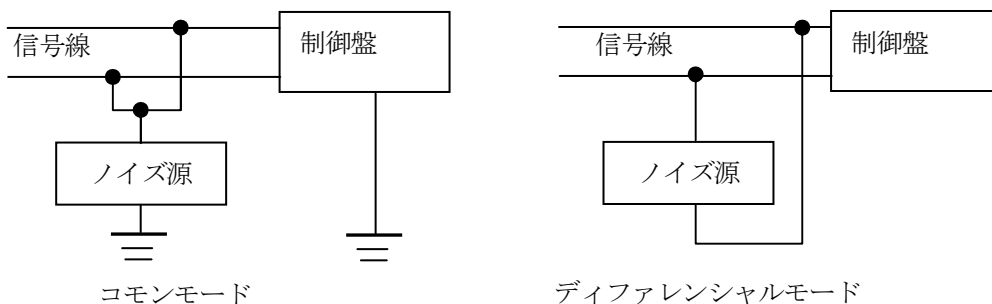



図 9.6.3-2

9.6.4　低周波障害の影響を低減するために取るべき手段（Measures to be taken to reduce the effects of low frequency interference）

取入可	区分：Ｉ－Ｅ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

9.6.1, 9.6.2 に同じ

■関連規程類

電力保安通信規程　第 2-36 条（屋内通信線と低圧屋内電線との接近又は交さ）、
　　　　　　　　　第 2-37 条（屋内通信線と高圧又は特別高圧屋内電線との接近又は交さ）

架空送電規程　第 3-1 条（電線の強さ等）

JEM-1318（遠方監視制御装置標準仕様書）

■9.6.4 の解説

低周波障害は電磁誘導によるディファレンシャルモードの障害である。このため、ノイズ源との電磁結合を疎することが有効である。

したがって、母線や電力ケーブルなど、大電流が流れ、その電流によって発生する磁束からケーブルを離す等、各々の回路の電流によって発生する磁束の影響を受けない配置とする必要がある。

また、電力ケーブルを平らに布設すると特定相に電磁誘導が発生する確率が高くなるが、俵積みとした場合、互いの相で電磁誘導を打ち消しできる可能性がある。

三相変圧器の場合、平衡しているため、外部に対する電磁誘導の影響は少ないが、リアクトルや不平衡変

圧器の場合、外部に対し電磁誘導の可能性があるため、これら変圧器からの電磁誘導の影響を受けないように制御ケーブルを離して布設する。

ツイストペアケーブルは、平衡であり、優れた性質を持っている。しかし、普通のツイストペアケーブルは、クロストーク(混信)のような電磁誘導に対する障害に関しては効果がない。これはツイストのピッチが等しい場合には、互いの誘導に関しては打ち消すことができないためである。しかし、互いのピッチが異なると、打ち消すことができる。一般にピッチが n:m のときも、n と m との最小公倍数の長さで打ち消し可能である。

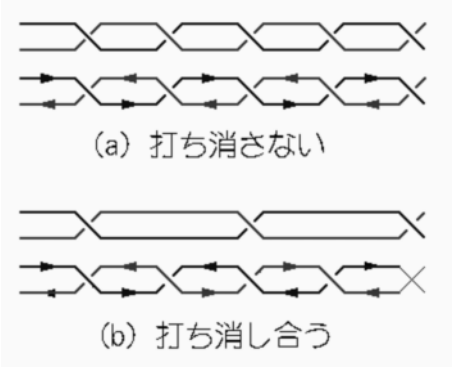



図 9.6.4

9.6.5 機器の選定に関する手段 (Measures related to the selection of equipment) ①

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 16 条（電気設備の電気的、磁気的障害の防止）

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

JEC-2500-1987（電力用保護継電器）

JEM-1318（遠方監視制御装置標準仕様書）

JEM-1425(金属閉鎖形スイッチギア及びコントロールギヤ)

■9.6.5①の解説

国内法規では環境上のクラス区分の分類はない。IEC 規格では最小の周囲温度として､3 つのクラス(-5℃、-15℃、-25℃）に分類している。IEC 規格は保安水準を高める規定である。

ここで言う環境クラスは電磁障害に関する環境のことである。

②

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 18 条（電気設備による供給支障の防止）

■関連規程類

JEC-2500-1987（電力用保護継電器）

■9.6.5②の解説

電磁障害は、9.6.1 項に示す雷サージ、開閉サージのような高周波障害、商用周波の大電流が流れることによる低周波障害がある。これら障害の対策にあっては、影響する周波数及びレベルを考慮し、最適な対策を行う必要がある。この対策は大別すると「発生源における対策」「移行段階における対策」「盤側での対策」に分類され、上記は「盤側での対策」となる。

下図の「ノイズ対策回路(例)」は盤側での対策（例）であり、接点「52ａ」の開閉によって、コイル「52

Ｘ１」に蓄えられたエネルギーにより発生するサージ抑制対策として、コイルと並列に保護ダイオードとバリスタを施設した例である。
　また、接点「52ａ」が盤外にあった場合、外部から盤側にサージが侵入する可能性があるため、侵入サージを吸収するための「コンデンサ」を施設した例である。

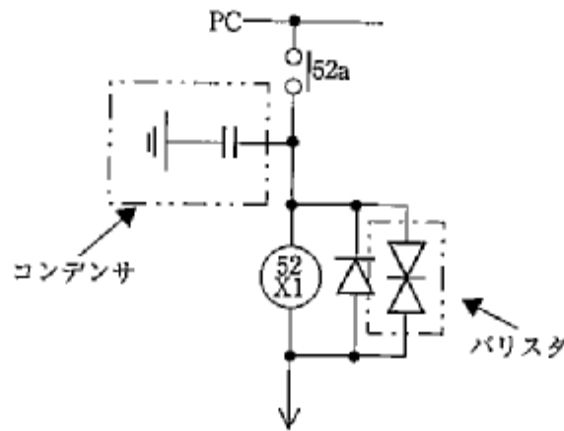



図9.6.5　ノイズ対策回路（例）

　なお、IEC規格ではノイズ対策に必要な手段を例示している。JEC-2500では耐ノイズ試験方法を記載している。電気協同研究第57巻第3号には保護制御システムにおけるサージ対策技術が具体的に述べられている。

③

取入可	区分：Ⅲ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第16条（電気設備の電気的、磁気的障害の防止）
■関連規程類
　電気協同研究第57巻第3号（保護制御システムのサージ対策技術）
■9.6.5③の解説
　本対策は前述に示す対策の内、「発生源における対策」である。
　a)、b)の具体例として、多点接地を行うことによって、一般的に外部磁界は一点接地方式に比べ、1/3 程度に緩和され、エンクロージャ（enclosure）や架台などの局部温度上昇が低減されることが知られている。
　c)の具体例として、絶縁フランジ部の省略により開閉サージによる絶縁部での放電がなくなる、低圧制御系への伝播サージの低減、接地信頼性向上の特徴がある。但し、タンクに電磁誘導電流を流すことになるため、タンク材質の検討、大地への流入電流の検討、接地線サイズの検討が必要である。
　なお、電気協同研究第57巻第3号にはGISにおけるサージ対策方法が具体的に述べられている。

9.6.6　電磁障害の影響を低減する他の可能な手段（Other possible measures to reduce the effects of interference）

取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第18条（電気設備による供給支障の防止）
■関連規程類
　電気協同研究第57巻第3号（保護制御システムのサージ対策技術）
■9.6.6の解説
　金属ケーブルダクト内に制御ケーブルを施設し、そのダクトを接地することで、電磁誘導を阻止できるため、シールド付きケーブルと同等のサージ低減効果を得ることができる。

また、ケーブル内の空き芯の両端を接地することでシールド両端接地と同等の効果があることが一般的に知られており、これと同様の構成となるように金属表面に沿ってケーブルを布設し、この金属の両端を接地しても同様である。

信号を光化することによって、光の持つ絶縁性、無誘導性の利点を生かしサージ対策が可能である

第10章　接地システム (Earthing systems)

10.1　一般事項 (General)

取入可	区分：Ⅱ－E

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第10条（電気設備の接地）

電技省令第11条（電気設備の接地の方法）

電技解釈第28条（電気設備の接地）第1項、第2項

■関連規程類

発変電規程　第5章　第5-1節（接地工事）

高圧受電設備規程　第1160節（接地）

■10.1の解説

IECでは、接地システムの設計，施工，試験及び保守の基準を定めている。一方、電技及び電技解釈では、接地の要求事項を規定しているが、試験及び保守の具体的な基準については定めていない。

10.2　基本的要求事項 (Fundamental requirements) 10.2.1　安全基準 (Safety criteria)

取入可	区分：Ⅰ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第10条（電気設備の接地）

電技解釈第272条（第4部：安全保護 第41章：感電保護）

■関連規程類

なし

■10.2.1の解説

商用周波数での人体に対する電流限界値は、IEC/TS 60479-1の適切な曲線から導き出せるとしている。IEC 61936-1に基づく変電所の接地設計では、人体の安全性は接触電圧で与えられている。これは電圧の方が容易に測定できることによる。従って、IEC/TS 60479-1の適切な曲線に示された電流限界値を電圧限界値に変換することが必要となる。ここでは、その曲線としてC2曲線（図10.2.1-1参照）を採用し、これに対応する許容人体電流をもとにしている。電圧に変換するために人体インピーダンスが必要となるが、人体インピーダンスは接触電圧によって変化し、IEC/TS 60479-1には接触電圧が大きいほど人体インピーダンスが小さくなることが示されている。ここでは母集団の50%の人が超えないインピーダンス値（インピーダンスが小さいほど電流が多く流れるため安全側となる）を適用している。(図10.2.1-2参照) 付属書Bに示す方法(「付属書B」の説明参照）によってIEC 61936-1の図12に示された曲線が求められる。(図10.2.1-3参照)

領域	範囲	生理学的影響
AC-1	0.5 mA 以下 曲線 a	知覚はあるが，通常は“びっくりするような”反応はなし。
AC-2	0.5 mA から 曲線 b まで	知覚及び不随意の筋肉の収縮はあるが，通常では，危険な生理学的影響はなし。
AC-3	曲線 b 以上	強い不随意の筋肉の収縮。呼吸困難。心臓機能の回復可能な障害。心臓が動かなくなるかもしれない。電流の大きさに従って影響が増加する。通常は，器官損傷はないであろう。
AC-4([a])	曲線 c 以上 c_1	心臓停止，呼吸停止，及びやけど又は他の細胞障害のような病態生理学的影響が起きるかもしれない。心室細動の確率は，電流の大きさ及び時間と共に増加する。
	c_1～c_2	AC-4.1　心室細動の確率が約 5 %までに増大。
	c_2～c_3	AC-4.2　心室細動の確率が約 50 %以下。
	曲線 c_3超過	AC-4.3　心室細動の確率が約 50 %超過。

注([a])　200 ms 未満の電流の継続時間に関して，心室細動は，電流が関連のいき値を超えた場合は，受攻期内においてのみ始まる。心室細動に関しては，この図は，左手から両足への電流経路に流れる電流の影響に関係する。他の電流経路に関しては，心臓電流係数を考慮する。

図 10.2.1-1　15Hz から 100Hz の交流電流の影響の時間－電流区域

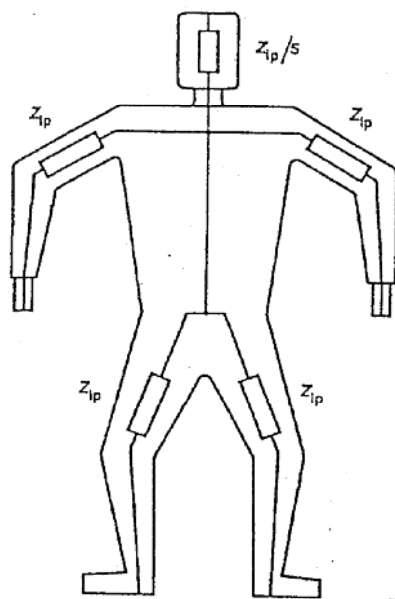



図 10.2.1-2　人体の内部インピーダンスの簡略図

Zip：四肢の１つ（腕又は脚）の部分的な内部インピーダンスを示す。

片方の手から両足までの内部インピーダンスは片手から片手又は片手から片足のインピーダンスの75%、両手から両足までのインピーダンスは 50%、両手から胴体までのインピーダンスは 25%である

《参考》「附属書 B」の式を用いた接触電圧の計算例を示す。

■「付属書 B」の説明

付属書 B によれば接触電圧（U_T）の計算式は次式で示される。

$$U_T = I_B(t_f)\cdot\frac{1}{HF}\cdot Z_T(U_T)\cdot BF$$

ただし、左手と足、左手と右手の間のように接触する部位により異なった値になるが、これらの平均値を示す。ここで、

U_T:　接触電圧

t_f:　地絡継続時間

$I_B(t_f)$:　許容電流、地絡継続時間で変わる値である。
IEC/TS 60479-1(2005-07)の図 20 あるいは表 11 の C2 曲線の値で、心室細動 5%以下の確率

HF :　係数
IEC/TS 60479-1(2005-07)規格の表 12 に記載された値。
左手と両足の間は 1.0、右手と両足が 0.8、手と手の間が 0.4 である。

$Z_T(U_T)$:　人体インピーダンス（母集団の 50%値）
IEC/TS 60479-1(2005-07)規格の表 1 および図 3 に記載された値。
この値は接触電圧で変わるので、最初は仮定して計算し計算後に見直す必要がある。

BF :　係数
IEC/TS 60479-1 規格の図 3 に記載された値。
手と両足が 0.75、両手と足は 0.5 である。

閉鎖された電気設備に関しては、靴の抵抗等が考慮できる。その場合の計算式は次式となる。

$$U_T = I_B(t_f) \cdot \frac{1}{HF} \cdot \{Z_T(U_T) \cdot BF + R_H + R_F\}$$

ここで、R_Hは手の接触抵抗、R_Fは足の接触抵抗

これまで、IEC 61936-1,IEC 60364 とも許容接触電圧として、人体インピーダンスが母集団の 95%の人が含まれるインピーダンス値で、IEC 60479-1 の C1 曲線[心室細動の確率が 5%をかなり下回る]を基に作成したものを採用して許容接触電圧（Z1 曲線）を求めていた。

これは、一般の人（子供から大人までを想定）が接近可能で、履物の状態も一律に決めることができない（最も危険な裸足を想定）最悪のケースを考慮したためである。

しかし、これまでの考え方には次のような課題が生じてきた。

(1)変電所においては接触電圧を低く抑えることが非常に難しい。

(2)C1 曲線はあまりにも安全側すぎる。

(3)素足、素手という条件は現実的でなく、履物の抵抗などを考慮できることが望ましい。

以上の理由から、IEC 61936-1 の第 2 版では、人体インピーダンスとして母集団の 50%の人が超えないインピーダンス値で、IEC 60479-1 の C2 曲線[心室細動の確率が 5%未満]を基に作成した許容接触電圧（Z2 曲線）を採用し、図 10.2.1-3 に示す曲線を導き出している。

新バージョンの許容接触電圧カーブは図 10.2.1-3 のとおりである。このカーブは、人体抵抗の考え方を従来の値から、様々な接触状態を勘案したものに変更し、図 10.2.1-1 の C2 曲線に基づいて計算したものである。図 10.2.1-3 のカーブは素手・素足の条件を前提としているが、靴などの人体の外部抵抗を考慮できるよう計算式が示されているので、人体の感電条件に応じて適宜カーブを作成することも可能となっている。

よって、わが国でも、不特定多数を対象とする場合と閉鎖区画との立ち入りが制限された箇所について個別に考えてゆくことが合理的と考えられる。

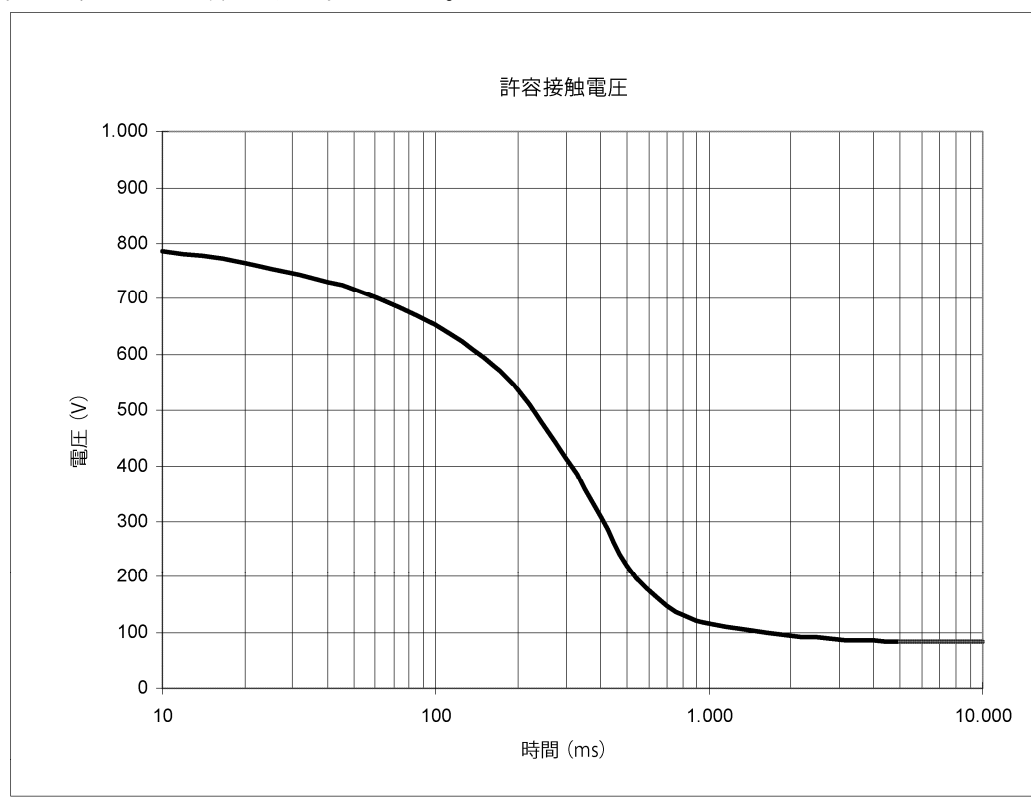



図 10.2.1-3　新バージョンの許容接触電圧カーブ

■「附属書B」の式を用いた接触電圧の計算例

故障継続時間１秒の時の接触電圧値を求める場合の計算例を示す。

接触電圧の計算式

$$U_T = I_B(t_f) \cdot \frac{1}{HF} \cdot Z_T(U_T) \cdot BF$$

において、

$I_B(t_f)$:　図 10.2.1-1 のグラフに示す C2 曲線において、電流継続時間 t=1000ms から、IB(tf)=80mA

HF :　電流経路に基づく係数で、この計算例では右手から両足の場合とし、HF=0.8

$Z_T(U_T)$:　人体インピーダンスは IEC/TS 60479-1 の表 1 から読み取る。表 1 は乾燥状態、接触面積が大（手のひらを想定)、電流経路は手から手、に対する人体インピーダンスが 25～225V の間では 25V ごとに示されている。接触電圧は図 10.2.1-3 と表 1 から 125V と仮定して母集団の 50%値を読み取ると、$Z_T(U_T)$=1550Ω（この値は接触電圧で変わるので、最初は仮定して計算し計算後に見直す)

BF :　図 10.2.1-2 に示した、手から手に対する人体インピーダンス値 $Z_T(U_T)$に対し、電流経路を考慮して補正する係数である。この計算例では右手から両足の場合としているので、BF=0.75

以上の数値より、U_T=80(mA)×(1/0.8)×1550(Ω)×0.75=116.3(V)となる。仮定した $Z_T(U_T)$は、接触電圧によって変わるので、接触電圧 116.3V に対する人体インピーダンスを求める。

IEC/TS 60479-1 の表 1 から 100V のときの $Z_T(U_T)$=1725Ω、125V のときの $Z_T(U_T)$=1550Ωから近似計算により、116.3V に対する $Z_T(U_T)$は 1610Ωとなる。

従って、U_T=80(mA)×(1/0.8)×1610(Ω)×0.75=120.8(V)

以上から、故障継続時間１秒の時の、乾燥状態，手のひらを想定した接触で、電流経路を右手から両足とした場合の接触電圧は 120.8V となる。

10.2.2 機能的要求事項(Functional requirements)

取入可	区分：Ⅱ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 11 条（電気設備の接地の方法)

電技解釈第 20 条（各種接地工事の細目)

■関連規程類

発変電規程　第 5 章第 5-1 節（接地工事)

高圧受電設備規程　 1160-2（接地線の太さ)

■10.2.2 の解説

本条における要求事項は、基本的に電技省令第 11 条、電技解釈第 20 条第 1 項に規定された要求主旨と合致していると考えられる。

接地システムの機能的要件として、次の 4 点が示されている。

① 熱的・機械的な設計限度を超えることなく、故障電流を分流・放流できる

② 腐食及び機械的圧力に耐える

③ 過剰な電位上昇，接地システム内の電位差，補助経路の過剰電流による機器の損傷を防止する

④ 歩幅，接触，移行電位を限度内に抑える

人体，機器，接地システムの各要素への影響度は、地絡電流の大きさとその継続時間によって決まり、それは中性点接地システムに依存する。

本条では、保護リレー及び遮断器の通常動作時間は、人の安全を確保するものとし、接地システム，その構成要素及びボンディング導体は、後備保護の動作時間に基づき、熱的・機械的な設計限度を超えることなく、故障電流を分流・放流できなければならないことを規定している。

また、接地システムは電力保安上の目的ばかりでなく、電磁妨害等の目的に対しても機能を果たす必要があることから、IEC 61000-5-2 に従って電磁両立性の目的にも寄与しなければならないとしている。

IEC 規格には基本的な事項しか述べられていないので、《参考１》に、より具体的に規定している IEC 規格の元になった規格である CENELEC の規定内容を、《参考２》に、わが国における後備保護による故障除去時間の考え方について示す。

《参考１》CENELEC HD637 S1 9 章「接地システム」

(HD:Harmonized Document：IEC の規定内容に整合した規格であることを示す)

1 接地システムのサイズは次の要素により決定する

- 故障電流値[1)]
- 故障継続時間[1)]
- 土壌特性

[1)] これらの要素は主に高圧・特高システムの中性点接地方式に依存する。

2 腐食と機械的強度に関する接地極及び接地線

1) 接地極：化学的又は生物的侵食、酸化、電食などの腐食に耐えうる材料でなければならない。接地システムの一部として、コンクリート基礎内の金属、金属性の杭または他の建築構造体接地極を利用することができる。機械的強度と腐食を考慮した接地極の最小サイズは表 10.2.2-1 (CENELEC HD637S1 付属書 A) による。

2) 接地線：機械的強度と腐食に対する安定性を満足する導体の最小断面積は、接地線の種類により次の値とする。

- 銅　　：　16mm² (計器用変成器の 2 次回路の接地には適用しない)
- アルミ：　35mm²
- 鉄　　：　50mm²

3) ボンディング導体

ボンディング導体のサイズは前記 2)に従うことを推奨する。

注：鉄による接地線とボンディング導体は腐食に対する適切な保護が必要である。

表 10.2.2-1 機械的強度と腐食を考慮した接地極の最小サイズ

材　料		電極の種類	最小サイズ				
			導　体			シース/絶縁	
			直径 (mm)	断面積 (mm2)	厚さ (mm)	単一値 (μm)	平均値 (μm)
鉄	溶融亜鉛メッキ	小　片[2]		90	3	63	70
		Profile(inch,Plates)		90	3	63	70
		パイプ	25		2	47	55
		接地用丸棒	16			63	70
		水平接地用丸型導体	10				50
	鉛シース付[1]	水平接地用丸型導体	8			1,000	
	押出し銅シース付	接地用丸棒	15			2,000	
	電解 銅シース付	接地用丸棒	14.2			90	100
銅	裸導体	小　片		50	2		
		水平接地用丸型導体		25			
		撚り線ケーブル	1.8*	25			
		パイプ	20		2		
	錫メッキ	撚り線ケーブル	1.8*	25		1	5
	溶融亜鉛メッキ	小　片		50	2	20	40
	鉛シース付[1]	撚り線ケーブル	1.8*	25		1,000	
		丸型導体		25		1,000	

* 単線に対して

1) コンクリートへの直接埋設不可

2) 端部を巻くか丸く削ったもの

3) 腐食と機械的圧力による損傷の可能性が著しく低い極端な条件の場合、経験的に16mmが使用できる

3 熱的強度に関する（接地システムの）サイズ

故障電流を考慮した接地極と接地線を表 10.2.2-2（接地システム設計のための中性点接地方式に対応した電流一覧表）に示す。

表 10.2.2-2 接地システム設計のための中性点接地方式に対応した電流一覧表

高電圧システムの種類			熱負荷との関連				接地電位上昇及び接触電圧への関連	
			接地電極		接地導体			
中性点非接地システム			—	附属書Aの最小断面積は充分である	I''_{kEE}	地絡事故除去時間が1秒未満である場合、I_CあるいはI_{Res}が使用することができる。	$I_E = r \cdot I_C$	ローカル高電圧システム（例えば工業プラント）において、地絡事故が相当な時間（例えば数時間）続くような場合、I_{kEE}は考慮されるべきである。
共振接地システム（リアクトル接地）	アーク抑制コイルを備えた変電所		—	附属書Aの最小断面積は充分である	I''_{kEE}	・接地導体の設計の際には、アーク抑制コイルの定格電流も考慮されなければならない。 ・地絡事故除去時間が1秒未満である場合、I_CあるいはI_{Res}が使用することができる。	$I_E = r \cdot \sqrt{(I_L^2 + I_{Res}^2)}$	よく補償されたシステムに対してのみ。考慮された非共振では残留電流の無効分はさらに考慮されなければならない。
	アーク抑制コイルのない変電所						$I_E = r \cdot I_{Res}$	
中性点低抵抗接地システム			I''_{k1}	いくつかの電流回路があり得るならば、派生電流分流は接地電極システムの設計に考慮され得る。	I''_{k1}		I_E	利用可能な一般公式はない
共振接地と一時的な中性点低インピーダンス接地をもつシステム	中性点が一時的に接地される変電所		I''_{k1}	いくつかの電流回路があり得るならば、派生電流分流は接地電極システムの設計に考慮され得る。	I''_{k1}	I_{kEE}がI_{k1}を超過する場合、このより高い値(I_{kEE})が選ばれるべきである。	I_E	利用可能な一般公式はない
	他の総ての変電所	アーク吸収コイルあり	—	附属書Aの最小断面積は充分である	I''_{kEE}	・接地導体の設計の際には、アーク抑制コイルの定格電流も考慮されなければならない。	$I_E = r \cdot \sqrt{(I_L^2 + I_{Res}^2)}$	よく補償されたシステムに対してのみ。考慮された非共振では残留電流の無効分はさらに考慮されなければならない。
		アーク吸収コイルなし					$I_E = r \cdot I_{Res}$	

I_C：計算された、あるいは測定された容量性地絡事故電流

I_{Res}：地絡事故残留電流で、正確な値が利用可能でない場合、ICの10%に仮定してもよい。

I_L：適切な変電所における並列のアーク抑制コイルの定格電流の合計

I''_{kEE}：HD533に従って計算された、二重地絡事故電流（初期の対称短絡電流の85%は最大値として使用される）

I''_{k1}：HD533に従って計算された、線路～大地間の短絡回路の初期の対称な短絡回路電流。

I_E：アースへの電流

r：補正係数（附属書J参照）変電所から引き出される線路やケーブルが異なる補正係数を持っている場合、
　適切な電流が決定されなければならない（附属書Nに従って）

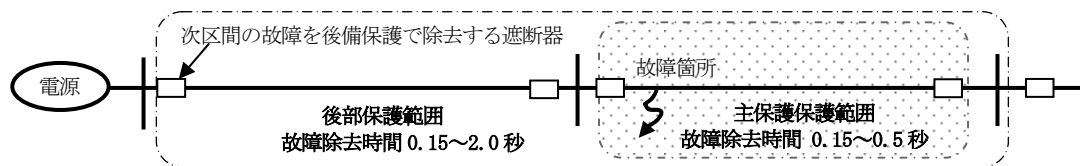
注１：　場合によって関連する接地システムのサイズ決定に対し、(接地抵抗ゼロの)連続する大電流を考慮しなければならない。

注２：　設計目的のため、導体サイズ計算に使われる電流値は将来増の可能性を考慮しなければならない。故障電流はしばしば接地極システム内部でさらに分割される：そのため、分流した故障電流を流せなければならないことから、それぞれの接地極のサイズを決定できる。CENELEC HD637S1 付属書 B（5 秒以内に地絡電流を遮断した時の、ある導体サイズの温度上昇限度計算式）に示される設計用最終温度は、例えばコンクリートや絶縁材などの材料の強度低下と周辺物質に損傷を与えないように選定しなければならない。経験的に土壌の温度上昇は通常重大なものでなく、接地極周辺の土壌の温度上昇限界はこの基準により与えられる。

4 最大地絡故障時に接地システムに現れる電圧による、人体安全を保証する接地システムの設計

総括接地システムでない場合の、大地電位上昇（UE）のチェックまたは接触電圧（UT）のチェックによる許容接触電圧（UTP）に関する接地システムの設計フローが CENELEC に示されている（図 10.2.2-1 参照）

《参考２》わが国における後備保護による故障除去時間の考え方について

JEC-2350-2005（ガス絶縁開閉装置試験）に、定格電圧 72kV 以上の故障除去時間の目安が定められている。これは故障除去までの間の、GIS 内ガス圧力上昇に耐えることを主な目的とした値である。72kV における故障除去時間の値は、主保護 0.15～0.5 秒，後備保護（バックアップリレーとも呼ぶ）0.15～2.0 秒としている。従って、保護リレーの動作時間＋遮断器の通常動作時間（＝遮断器開放までの時間）は、人体安全を考慮し最大地絡電流と接地抵抗、及び接触電圧の最大継続時間から 0.15～0.5 秒以内に設定されなければならない。

一方低電圧機器については、バックアップリレーの保護動作時間を適用し、0.15～2.0 秒とする必要がある。JEM-1314（電気事業用電力機器の低圧制御回路の耐電圧）は、電気事業用として保護リレーの責務が極めて重要であるという観点から商用周波試験電圧 2,000V が定められているため、その値以下になるようにバックアップリレーの保護動作時間を決定しなければならない。

（例）66kV 非有効接地系統において、最大地絡電流 1,000A，接地抵抗値 0.5Ωとすると、接触電圧は 0.5Ω×1,000A=500V となり、接触電圧の最大継続時間として IEC 61200-413 の曲線を採用すると、遮断器開放までの時間は 0.4 秒以下としなければならない。

低電圧機器に対して、遮断器開放までの時間が 0.4 秒以下の場合は、TN-a として低電圧系統の中性線を変電所の露出導電性部分に接続することができるため、低電圧機器へのストレス電圧は問題とならない。しかし 0.4 秒以下で遮断器開放が困難な場合は、TN-b として低電圧系統の中性線は独立した接地が必要となる。

この場合低電圧機器に対して R×Im＋Uo のストレス電圧がかかるためその確認が必要となる。低電圧機器にかかるストレス電圧は、0.5Ω×1,000A＋200=700V＜2,000V なのでこの場合問題ない。しかしストレス電圧が 2,000V を超える場合、バックアップリレーの保護動作時間を 0.15～2.0 秒で決定しなければならない。

変圧器中性点の循環電流による電位差について、わが国では電位差発生がない接地方法を行っている。（10.3.1 参照）電位差発生が問題となる場合の対策として、導体断面積の増加、接地システムのメッシュ間隔を狭めること、及びシールド付き制御ケーブルの使用が代表的な緩和手段であるとしている。

10.2.3　高電圧及び低電圧の共通接地システム（High and low voltage common earthing systems）
10.2.3.1　高電圧変電所*内だけの低電圧供給（LV supply only within HV substations）
10.2.3.2　高電圧変電所*に出入りする低電圧供給（LV supply leaving or coming to HV substations）
10.2.3.3　高電圧変電所*近傍の低電圧（LV in the proximity of HV substations）

取入可	区分：Ｉ－Ｅ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第4条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第10条（電気設備の接地）

電技解釈第22条（水道管等の接地極）第3項

電技解釈第28条（電気設備の接地）

電技解釈第272条（第4部：安全保護　第41章：感電保護）

■関連規程類

発変電規程　　第5-1条（電気機械器具等の接地）、第5-2条（接地工事の種類）、
　　　　　　　第5-3条（接地線の種類）、第5-4条（接地極・接地線の布設等）

高圧受電設備規程　第1160節（接地）

JIS C0364-4-442（高圧系統の地絡故障に対する低圧設備の保護）

■10.2.3の解説

この条項は、高電圧及び低電圧接地システムが近接して存在する場合、高・低の接地が総括接地システムを構成しているときは問題ないが、そうでない場合３通りに区別して規定している。(総括接地システムについては、10.3.1 c）参照)

高電圧および低電圧接地システムが近接して存在する場合、高電圧側地絡故障時の接地システム電位上昇により低電圧側の電位も上昇する。この対策として現在２つの方法が行われている。

１つは「すべての高電圧接地システムと低電圧接地システムを相互接続する」方法、もう１つは「 高電圧接地システムと低電圧接地システムを分離する」方法である。いずれの場合も、低電圧側における接触電圧,歩幅電圧,移行電位,低電圧側機器に対するストレス電圧（対地電位上昇値）が許容値（絶縁耐力試験電圧値）以下でなければならない。

10.2.3.1 高電圧変電所内だけの低電圧供給

低電圧接地システムが完全に高電圧接地システムによってカバーされる区域内に完全に限定される場合、両方の接地システムは相互接続しなければならない。

10.2.3.2 高電圧変電所に出入りする低電圧供給

高電圧設備の接地システムをが、総括接地システムの一部であるか又はバランスシステムにおける多重接地した高電圧中性点導体システムに接続する場合は、完全な適合が保証される。

総括接地システムがない場合は、高電圧システムの外側に低電圧を供給するようなシステムにおいて、接地システムの相互接続が可能かどうかを、表5に基づいて判定しなければならない。

低電圧システムが TT 系統の場合、低電圧系統に接続される機器に対してはストレス電圧が問題となる。低電圧システムが TN 系統の場合、人体に対する接触電圧、及び移行電位が問題となる。IT 系統の場合、人体に対する接触電圧、及び混触による機器へのストレス電圧が問題となる。

(1) 低電圧システムが TT 系統の場合の要求事項

ＴＴ系統は高電圧側機器外箱接地とは別に低電圧側機器の接地を行っているため、高電圧側故障電圧が低電圧機器外箱に印加されず人体への影響はなく、接触電圧については考慮する必要がない。

しかし、低電圧系統に接続される機器に対してストレス電圧がかかるため、その大きさと継続時間についての条件が表5に示されている。

「t ≦5s の場合、EPR ≦ 1200V」は、直接接地系統のような短い遮断時間をもつ系統について、

「t ＞ 5s の場合、EPR ≦250V」は、消弧リアクトル接地系統のような長い遮断時間をもつ系統についての低電圧機器のストレス電圧限界を示している。

図 10.2.3-1～10.2.3-4 において、

Im：変電所の露出導電性部分の接地極を通して流れる高電圧系統の地絡電流の部分

R ：変電所の露出導電性部分の接地抵抗

RA ：負荷設備の露出導電性部分の接地抵抗

U_0 ：低電圧系統の相電圧

U ：低電圧系統の線間電圧

U_f ：低電圧系統の露出導電性部分と大地間の故障電圧

U_1 ：変電所の低電圧側機器のストレス電圧

U_2 ：低電圧側機器のストレス電圧

とすると、

TT 系統において、高電圧及び低電圧接地システムを相互接続できる条件を［実線枠］内に、相互接続できない条件を［破線枠］に示す。

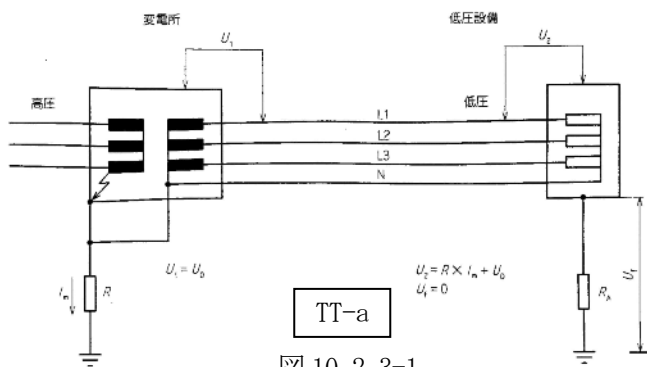



図 10.2.3-1

ストレス電圧（R×Im＋U_0）と遮断時間の関係が負荷設備の低電圧機器のストレス電圧（$t_F \leq$ 5s の場合、EPR ≤ 1200V，t > 5s の場合、EPR ≤ 250V）に対して適合するときは、低電圧系統の中性線を変電所の露出導電性部分の接地極へ接続してもよい

電技解釈では、低圧機器の絶縁破壊を防止するための B 種接地抵抗値の決定に関し、電圧上昇値 150V を定めている。150V を超えたときは、緩和策として 1 秒を超え 2 秒以内に自動的に遮断すれば 300V、1 秒以内に遮断すれば 600V を許容している。

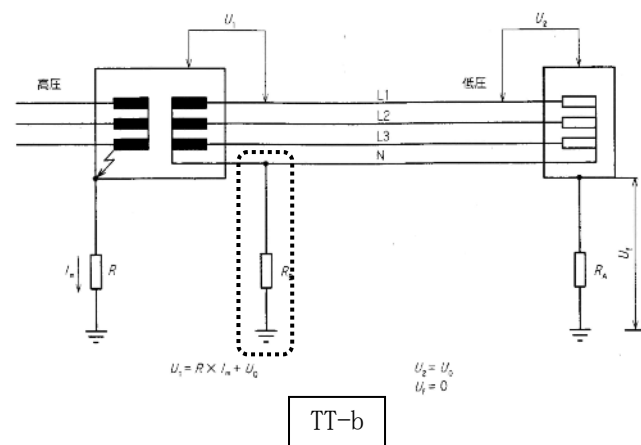



図 10.2.3-2

前記の条件を満たさない場合、低電圧系統の中性線は電気的に独立した接地極を通して接地しなければならない。この場合、ストレス電圧（R×Im＋U_0）を変電所の低電圧側機器の絶縁レベルに適合する時間内に遮断しなければならない。

本規定では、低電圧系統に接続される機器のストレス電圧として、5 秒以下 1,200V、5 秒以上 250V を定めているが、わが国においては、電技の機器絶縁耐力の試験電圧最低値は 500Ｖである。また、600V 以下の機器では一般的に 1,500Ｖ又は 2,000Ｖで 10 分間加えることが通常となっている。また、電力会社施設については、JEM-1314 （電気事業用電力機器の低圧制御回路の耐電圧）において、電気事業用として商用周波試験電圧 2,000V を定めていることなどを考慮し、ディビエーションを検討する必要があると考えられる。

都心など、建物密集地において TT 方式を採用する場合、敷地等の制約により接地極相互の離隔距離が充

分確保できないことがある。この場合、TT 方式は TN 方式に近い状態になると考えられるため、TN 方式を採用することが推奨される。

(2) 低電圧システムが TN 系統の場合の要求事項

表 5 に示されている式「EPR ≦ F × UT」(F は接地の状況による変数で表 5「注」による)は人体に対する接触電圧について、低電圧システムの PEN 導体または中性線導体が高電圧接地システムでのみ大地に接続される場合 F=1 (図 10.2.3-3 TN-a), 通常 F=2 (これは閉鎖電気運転区域の場合と考えられる), PEN 導体が大地に追加接続されている場合、土壌との関連を考慮して F=2〜5 (図 10.2.3-4 TN-b) までの値が適用可能であるとしている。

EPR の値として、図 12 に示された許容電圧限界を用いる。

電技解釈第 22 条 3 には、１線地絡電流の小さい非接地式高圧電路の場合の相互接続できる考え方が示され、IEC と主旨が一致している。

一方、特別高圧について示されていないのは「共通化する」ための検討がなされてこなかったためであり、抵抗接地系等の地絡電流が大きい場合でも、等電位ボンディングを行うことで人の安全性を確保することが可能であり、IEC の考え方に整合されると考える。

図 10.2.3-3 は低電圧システムのＰＥ導体及び中性線導体が高電圧接地システムでのみ大地に接続される場合を示す。このとき F=1 としなければならない。

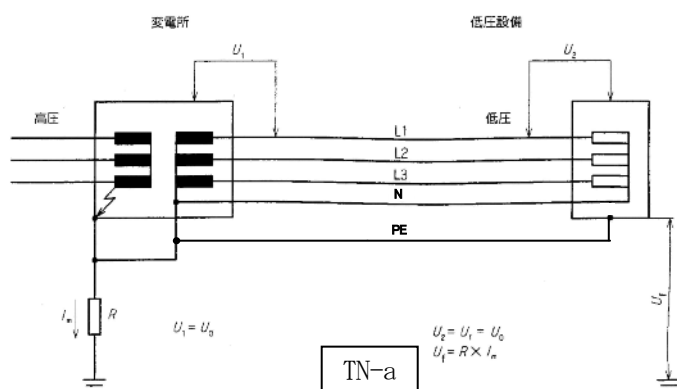



図 10.2.3-3

故障電圧 R×Im を図 10.2.3-6 に示す時間内に遮断するときは、低電圧系統の中性線を変電所の露出導電性部分の接地極へ接続してもよい。

図 10.2.3-4 は低電圧システムのＰＥ導体が大地に追加接続されている場合を示す。このときは F のより高い値が適用可能であり、土壌によって 2≦F≦5 までの範囲で適用できる。

高電圧システム側地絡故障発生時の大地電位上昇は低電圧側接地システムに影響を与え、その影響度は土壌の抵抗率によって変わってくる。例えば土壌の抵抗率が大きい場合は、地絡点からある距離だけ離れた低電圧側接地地点の電位上昇は、大地抵抗率に比例して大きくなる。この場合、地絡点と低電圧側接地システムとの電位差は大きいため、F の値は 2 に近い値としなければならない。土壌の抵抗率が小さい場合は、低電圧側接地地点の電位上昇は大きくならないので、F の値は 5 以下でより大きな値とすることが可能であるとしている。

図 10.2.3-5 に示すように、中性線が大地に追加接地されていれば、追加接地されたその場所では、通常の大地抵抗率の場合、F のより高い値が採用でき、F=5 まで可能となりうる。

ところが、大地抵抗率が大きい土壌では、追加接続した接地極の付近も電位傾度が急峻であり、F=5 を採用することはできない。

さらに、図 10.2.3-6 に示すように『接地極が埋設される表層部の抵抗が高く、抵抗差のある土壌に適用する場合は注意が必要である』と注意すべきことが示されている。ここに示された F の値について、特に F の値が大きい場合については、わが国としての詳細な検証が必要と考えられる。

前記の条件を満たさない場合、低電圧系統の中性線は電気的に独立した接地極を通して接地しなければならない。この場合、ストレス電圧（R×Im＋U_0）を変電所の低電圧機器の絶縁レベルに適合する時間内に遮断しなければならない。

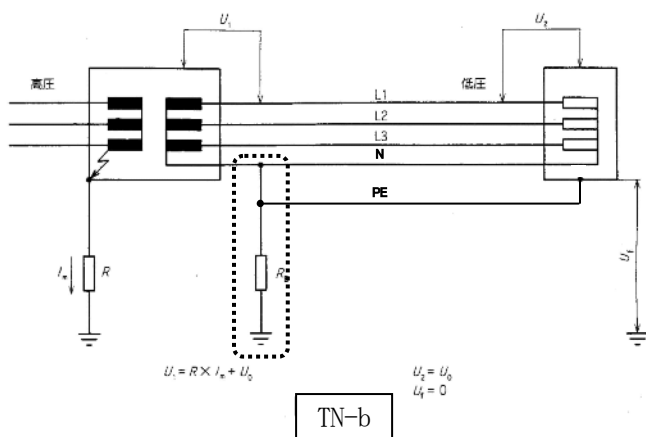
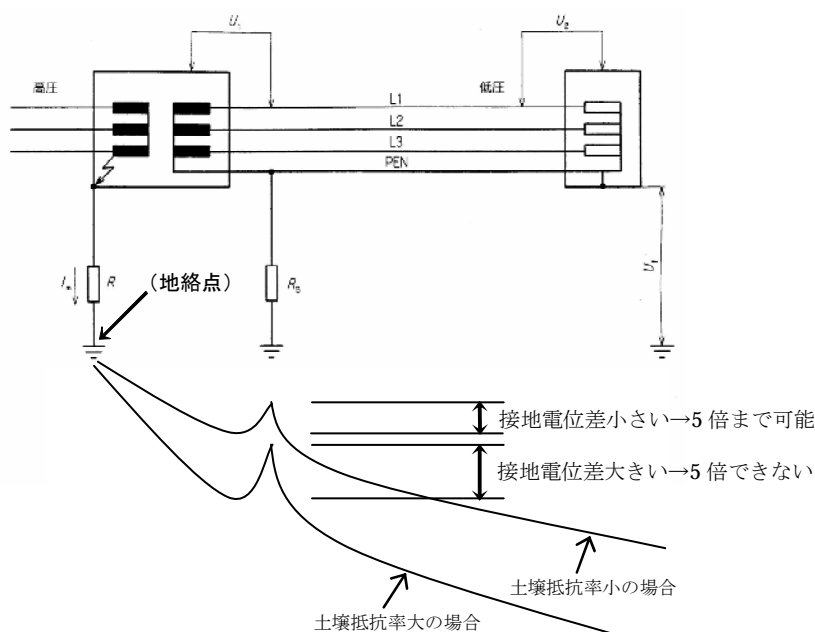



図 10.2.3-4

図 10.2.3-5 中性点を大地に追加接続した場合の、高電圧システム側地絡故障時の低電圧側接地システムへの影響

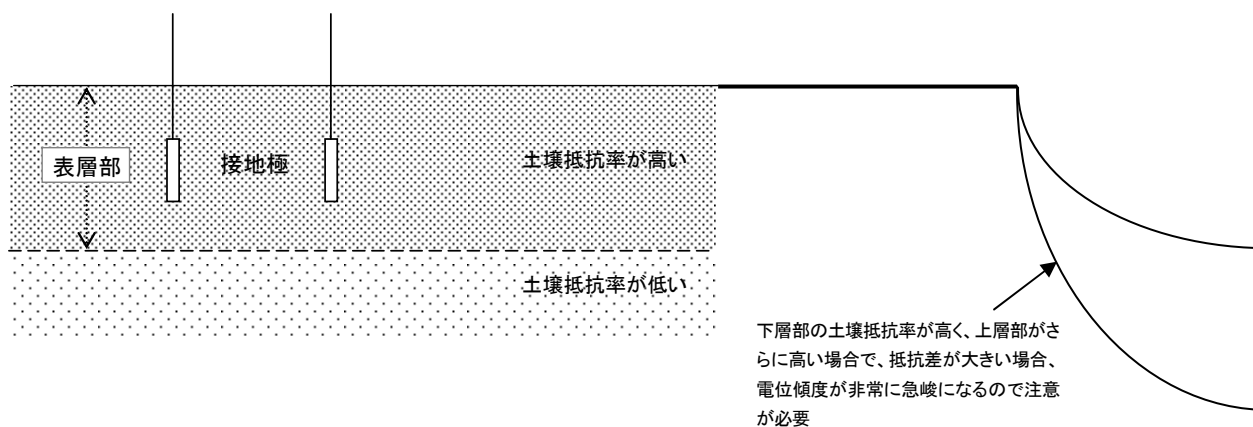



図 10.2.3-6 接地極が埋設される表層部の抵抗が高く、抵抗差のある土壌の場合

TN 方式では、接触電圧の条件を満たしている場合でも、対地電圧上昇に伴う移行電位が機器のストレス電圧を超えないようにしなければならない。

(3) 低電圧システムが IT 系統の場合の要求事項

IT 系統における接触電圧については、保護導体を布設する場合はＴＮ系統と同様である。また、保護導体を布設しない場合は該当しない。一方、高・低電圧システム間に混触が発生した場合、ストレス電圧が問題となり表 5 の値以下に抑えなければならない。

(4) 低電圧材料の耐圧性能についての留意事項

表 5 には EPR の上限値についての記載があり、留意事項について補足説明がなされている。基本的には IEC 60364 の考え方に従っているため、詳細については IEC 60364 の該当条文による必要がある。

ただし、わが国における低圧負荷機器の範囲は広く、許容ストレス電圧についても様々な値があると考えられるため、実際の設備施設にあたってはそれらについて留意する必要がある。

《参考１》低電圧システムが TT 系統の場合の計算例

高電圧側の中性点接地方式が非有効接地系統と非接地系統の場合の、低電圧側ストレス電圧を満足する接地抵抗値の計算例（相電圧 U_0=200V とする）

非有効接地系統における地絡電流は、H15 年度国際化委員会報告書の 1,000A を採用。非接地系統における地絡電流は、同報告書で「20A 以上になることもある」と記されていることを踏まえ、ここでは、電技解釈第 19 条第 2 項「B 種接地工事の接地抵抗値は、第 24 条又は第 25 条の規定により接地工事を施す場合は、前項の規定にかかわらず、5Ω未満の値であることを要しない」の規定から、150V/5Ω=30A とした。

中性点接地方式	故障除去時間	最大地絡電流 (想定)	需要家側の A 種接地抵抗値
非有効接地系統	0.15～2.0 秒 (後備保護)	1,000A	EPR=R×Im＋U_0≤ 1200V より、U_0=200V とすると、Im=1,000A から R=1Ω
非接地系統	1.0 秒以内	30A	EPR=R×Im＋U_0≤ 1200V より、U_0=200V とすると、Im=30A から R=33.3Ω

非有効接地系統の場合接地抵抗 1Ω以下、非接地系統の場合接地抵抗 33.3Ω以下で高圧及び低圧接地システムの相互接続が可能となる。

《参考２》低電圧システムが TN 系統の場合の計算例

X=1 の場合

中性点接地方式	故障除去時間	最大地絡電流 (想定)	需要家側の A 種接地抵抗値
非有効接地系統	0.06 秒	1,000A	EPR=X×U_T=R×Im において、X=1,U_T=430V(図 10.2.3-7)、R=430V/1000A=0.43Ω
非接地系統	1.0 秒以内	30A	EPR=X×U_T=R×Im において、X=1,U_T=60V(図 10.2.3-7)、R=60V/30A=2Ω

非有効接地系統の場合接地抵抗 0.43Ω以下、非接地系統の場合接地抵抗 2Ω以下で高圧及び低圧接地システムの相互接続が可能となる。

電技解釈第 22 条 3 には「大地との間の電気抵抗値が 2Ω以下の値を保っている建物の鉄骨その他の金属体は、これを非接地式高圧電路に施設する機械器具の鉄台若しくは金属製外箱に施す A 種接地工事又は非接地式高圧電路と低圧電路を結合する変圧器の低圧電路に施す B 種接地工事の接地極に使用することができる」と示されていることと合致する。

X=2 の場合

CENELEC では総括接地システムでない場合の接地電位上昇値として、EPR=2×UT を許容している。この場合が X=2（通常）に該当する。

中性点接地方式	故障除去時間	最大地絡電流 (想定)	需要家側のA種接地抵抗値
非有効接地系統	0.06秒	1,000A	EPR=X×U_T=R×Im において、X=2,U_T=430V(図10.2.3-7)、R=860V/1000A=0.86Ω
非接地系統	1.0秒以内	30A	EPR=X×U_T=R×Im において、X=2,U_T=60V(図10.2.3-7)、R=120V/30A=4Ω

非有効接地系統の場合接地抵抗0.86Ω以下、非接地系統の場合接地抵抗4Ω以下で高圧及び低圧接地システムの相互接続が可能となる。

X=5の場合

中性点接地方式	故障除去時間	最大地絡電流 (想定)	需要家側のA種接地抵抗値
非有効接地系統	0.15〜2.0秒 (後備保護)	1,000A	EPR=X×U_T=R×Im において、X=5,U_T=430V(図10.2.3-7)、R=2150V/1000A=2.15Ω
非接地系統	1.0秒以内	30A	EPR=X×U_T=R×Im において、X=5,U_T=60V(図10.2.3-7)、R=300V/30A=10Ω

非有効接地系統の場合接地抵抗 2.15Ω以下、非接地系統の場合接地抵抗 10Ω以下で高圧及び低圧接地システムの相互接続が可能となる。非接地系統の場合における10Ωは、電技解釈に定められたA種接地工事の接地抵抗値に合致する。

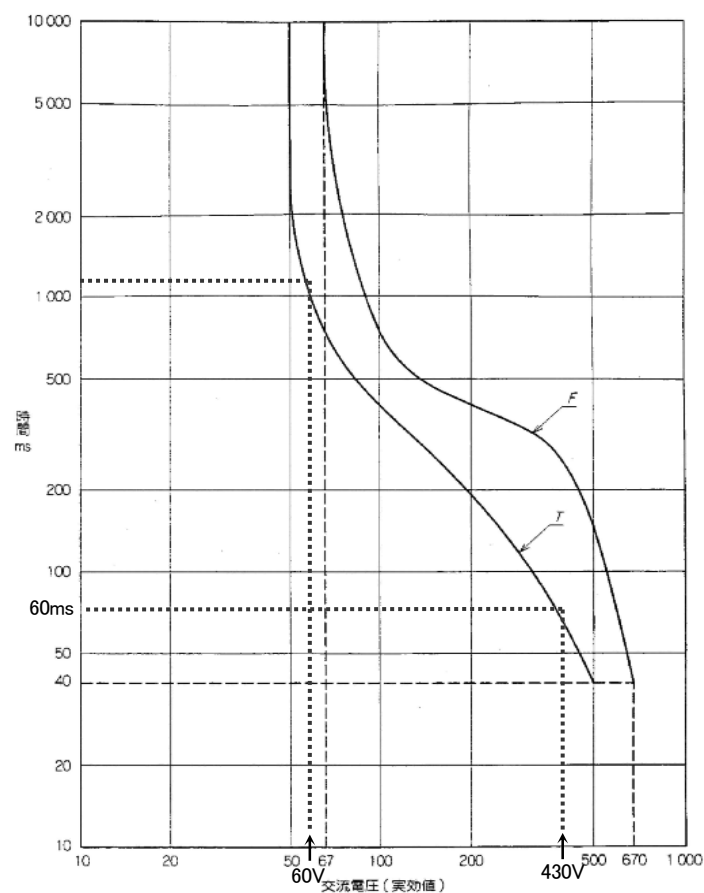



図10.2.3-7　高圧系統での地絡事故に起因する故障電圧*F*及び接触電圧*T*の最大継続時間

10.3　接地システムの設計（Design of earthing　systems） 10.3.1　一般事項（General）

取入可	区分：Ⅲ－E
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈
　電技省令第 10 条（電気設備の接地）
　電技省令第 11 条（電気設備の接地の方法）
　電技解釈第 28 条（電気設備の接地）
■関連規程類
　なし
■10.3.1 の解説
　本条は、接地システムについての設計方法の説明であり、「付属書 D：接地システム設計フローチャート」に示されている。

a)　設計に必要なデータを収集する。接地システムの機能的要求事項を決定するために必要なものは、地絡故障電流の大きさとその継続時間と接地システムの配置である。
　　故障電流の大きさとその継続時間は、高電圧システムの中性点接地方式により決定される。
b)　機能上の要求事項に基づく接地システムの基本設計を行う。
c)　接地システムが、総括接地システムの一部か否かを決定する。それが総括接地システム（注 1）の場合、危険な接触電圧が発生しないことが保証されるため設計は完了する。
d)　総括接地システムでない場合は、接地システムの電位上昇の検討が必要となるため、対象区域の土壌特性を決定することが必要となる。例えば、各層の特定の土壌抵抗率などである。
　　その際、土壌のパラメータの季節変化を考慮する必要がある。接地抵抗は土壌の電気的特性に影響を受け、電気的特性は土壌の水分含有率や温度によって変化するため季節変化を考慮する必要が出てくる。一般的に接地抵抗は夏は低く、冬は高い傾向にある。従って、接触電圧の検討は季節変化を考慮する必要がある。
　（注 1）IEC では“global earthing system”（総括接地システム略して GES［3.7.19 定義参照］：このシステムに合致する場合、接地抵抗に関係なく、人体に対して危険な接触電圧が発生しないという考え方）という概念を導入し，接地システムが GES であるかどうかを判断し，GES であれば設計完了としている．GES でなければ歩幅電圧や接触電圧を検討し，接地の評価を行う。GES は IEC 61936-1 作成段階で新たに導入した用語であり、定義以外には統一的な解釈・説明等は特にない。その概念の背景は，今までの技術的経験を生かした合理的・経済的な接地設計にある。定義を満たすような接地方式について、各国の経験に基づいて技術的に判断すればよい。このことは、できるだけシンプルで経済的な条件とすることを含んでいる。
　　わが国では次の４つが該当するものとして検討を行っている。
　　①鉄骨・鉄筋コンクリート建物構造体接地
　　②メッシュ接地
　　③複数の接地網を互いに接続した接地形態
　　④単独接地を互いに接続した接地形態
e)　地絡電流から接地システムに流れ込む電流を決定する。
f)　土壌特性及び接地システムの配置・形態から、接地システムの大地に対する全体インピーダンスを決定する。
g)　接地システム及び推定故障電流から、土壌特性を考慮し接地システムの最大電位上昇を決定する。
h)　許容接触電圧を図 10.2.1-3 に基づき決定する。
i)　最大電位上昇が 10.2.1（安全基準）に示される許容接触電圧よりも低ければ、人体安全が確保されるため設計は完了する。また、表 5（低電圧，高電圧接地システムの相互接続の最低要件）を満たしている場合も同様に安全が確保されるため設計は完了である。なお歩幅電圧について、その許容値は接触電圧より幾分大きいので、接地システムが接触電圧の要求事項を満足すれば、一般的に危険な歩幅

電圧は発生しないことが保証される。

j) 上記 i)を満足しない場合、接地システムの内部および近傍など、人が接触する可能性のある部分について局所的に歩幅および接触電圧が、許容限度よりも低いかどうか確認するため、計算または測定により接触電圧を求める。

k) 総括接地システムで危険な接触電圧が生じない場合であっても、変電所に出入りするケーブルや絶縁された金属配管は遠方で接地されているため、変電所内部の地絡故障により、それらケーブルや絶縁された金属配管等の間に電位差が発生する（移行電位)。この時、接地された導電性部分に同時にアクセス可能である場合、人体に対し危険を引き起こすことになるため、露出箇所での電位の緩和を行う必要があることを定めている。

以下に CENELEC HD637S1 に示されている緩和措置の例を示す。

- ・接地システムのエリアから出る場所における金属物の連続性の中断（変電所内引込みレール等は構内外の境界において数ヶ所で分割して絶縁ジョイントを設ける。水道管,ガス管等は境界において、ポリエチレンパイプ等絶縁性材質を用いて絶縁)
- ・導電性部分又は導電性エリアの絶縁
- ・接触防止のため導電性部分又は導電性エリア周囲に適切なバリアの設置
- ・他の接地システムに接続される金属物間に絶縁バリアの設置
- ・適切な電位傾度の緩和
- ・適切な装置の使用による過電圧の制限　など

l) 地絡故障電流による大地電位上昇により、低電圧側機器が過電圧に曝されるかどうか決定する。機器の耐電圧値の一例を示すと、電力会社変電所における低電圧側機器の AC 耐電圧値は 2,000V、3,000V あるいはそれ以上、制御機器等の AC 耐電圧値は 250V～1,500V である。大地電位上昇が耐電圧値以上であれば電位傾度の緩和手段を講じる。

m) わが国の電力会社においては、抵抗接地系において変圧器を並列運転する場合、設備運用上原則として変圧器群の中性点を一旦まとめて接続したものを一点接地し、循環電流を抑制しているため変圧器中性点循環電流が、接地システムの部分間で過剰な電位差を発生することはない。電力会社における中性点接地方式の一例（抵抗接地系）を図 10.3.1-1 示す。

n) 人体安全を確保するために、すべての露出導電性部分が等電位ボンディングされていることが必要であり、そのため詳細設計が必要であることを規定している。それらには系統外導電性部分も含まれる。

構造体（接地極）も同様にボンディングされ、接地システムの一部として等電位化されなければならない。構造体は大地電位と同電位と考えられるため、もしボンディングされない場合は接地システムとの間に電位差が生じ危険である。従ってボンディングされない場合は、接触電圧をはじめとするすべての安全要件が満たされていることを保証するための確認が必要であることを規定している。

ただし、カソーディック保護（金属がカソード[陰極]になることにより腐食することを防止するための措置がなされている）のある金属構造物は接地システムから分離してもよいことを定めている。（電食保護に該当）

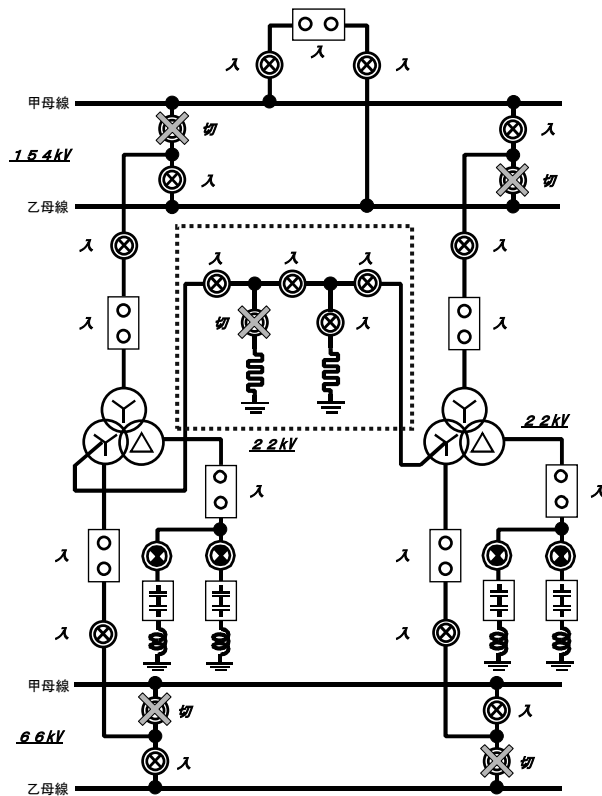



図 10.3.1-1 電力会社における抵抗接地方式の場合の中性点接地方式の一例

※接地設計に関する全般的留意事項

IEC 61936-1 の接地設計のフローチャート (Annex D) は、接地システムの基本的な設計手順のみを整理したものであり、「人体安全」に関わる部分のみが示されている。実際の設計にあたっては、EMC,雷保護等を含めて総合的なコーディネートが必要である。

具体的には、接地システムに関しては、安全も含めて次のような事項を検討する必要がある。

① 運用(operation)
② 安全(safety)
③ 通信(telecommunication)
④ 制御(control)
⑤ 雷(lightning)
⑥ 協調(coordination)

IEC 61936-1 において、これらすべてのことを規定することは困難であることから、安全保護に関する事項のみを記述する規格構成になっている。したがって、上記のような必要事項については、IEC 61936-1 に引用されている関連の規格等に基づいた設計とする必要がある。

10.3.2　電力システム故障 (Power system faults)

取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 15 条 (地絡に対する保護対策)

■関連規程類

高圧受電設備規程　2100-2 (地絡保護協調)

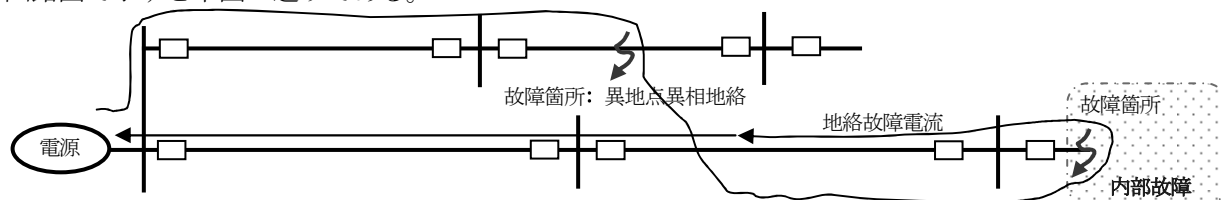
■10.3.2 解説

本条は、接地システムがその機能を果たすため、接地システムの機能要件に対し最も厳しい故障を決定する必要があることを規定している。

該当する系統について、設備の電圧ごとに、3 線地絡，2 線地絡，1 線地絡、さらに可能性がある場合は大地を介した相間地絡（クロスカントリー地絡）を想定し、あわせて最悪の故障の場所を決定するために、設備設置場所の内部及び外部の故障について検討しなければならないことを規定している。

ここで、大地を介した相間地絡については、多重故障（事故）の一種と考えられ、わが国では、保護継電方式で「異地点異相地絡故障」あるいは「異地点多重地絡故障」と呼んでいる。

この「異地点異相地絡故障」は、平行２回線での異地点異相地絡や他回線との異地点異相地絡も含まれる。

回路図で示すと下図の通りである。

10.3.3　雷及び過渡（Lightning and transients）	
取入可	区分：Ⅱ－D
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 4 条（電気設備における感電、火災等の防止）

電技省令第 49 条（高圧及び特別高圧の電路の避雷器等の施設）

■関連規程類

JIS A4201-2003（建築物等の雷保護）

■10.3.3 の解説

本条は、電力設備に印加される雷及び開閉サージに対して、適切な接地システムとするための注意点と、それに関連した規格によらなければならないことを規定している。

接地システムに要求される性能はその目的・用途によって異なる。しかし、接地は目的・用途ごとに設けることが困難であり、実際は単一の接地が複数の目的を果たすことが多い。その場合にはそれら全ての要求を満たすようにすることが必要となる。

例えば、保安用接地には感電を防止できるだけの低い接地抵抗と故障電流に耐えるだけの電流容量が、機能用接地には広い周波数範囲において低インピーダンスであることが求められる。

これらの目的・性能を満足するためには、電力保安用，機能用，雷保護用接地をすべて接続することが望ましい。従って、それぞれの関連規格に規定された接地の要件を満たすよう考慮しなければならない。

本条は、雷保護や開閉動作に伴う過渡現象に対する接地システムの各要素の要件を述べている。

雷はそれ自体が高周波電流である。また、長いケーブル区間の開閉，GIS 遮断器の操作，または頻繁なコンデンサやリアクトルの開閉は高・低周波電流及び電圧の発生源となる。高周波電流は表皮効果やインダクタンス分による電圧上昇があるので、導体の長さは極力短く、かつ形状は偏平にすることが望ましい。

また、接地極については、高周波電流を速やかに大地に放流するためには、その形状に注意するとともに、充分な電流容量が必要である。

複数の建物にまたがるような工業用または商業用の設備では、それぞれの接地システムを相互接続しなければならない。雷のような高周波電流の場合、相互接続しても各建物の接地システム間で電位差が発生するためである。異なる建物または設置場所を繋いでいる過電圧に敏感な機器に対しては、過電圧による損傷から守るための対策を取らなければならない。これら複数建物にまたがる信号のやりとりには非金属製媒体、例えば光ケーブルなどを採用することが望ましい。

10.4　接地システムの施設（Construction of earthing systems）	
取入可	区分：Ⅱ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 10 条（電気設備の接地）

■関連規程類

なし

■10.4 の解説

増築工事などにおいては、既存建物の近くで工事が行われる。その際、既存の接地システムで地絡故障が発生すると、増築工事部分で大きな電位傾度となる可能性がある。

また、増築工事等で既存システムに地絡故障が発生した場合、工事用電源の接地システムに影響が及ぶ。

これらの場合、建設工事現場内の作業者に対し接触および歩幅電圧が危険となることが考えられる。そのため、人身の安全を確保するための保護手段が取られなければならないことを規定している。

10.5　測定 (Measurements)		
	取入可	区分：Ⅲ－D

■対応する電技省令・電技解釈

電技省令第 10 条（電気設備の接地）

電技省令第 11 条（電気設備の接地の方法）

■関連規程類

JEAC 5001-2000　発変電規程　第 6 章 試験及び検査 第 6-3 節（接地抵抗測定）

■10.5 の解説

本条は、接地システム建設後必要な場合、測定により設計の適正さを検証しなければならないことを規定している。保守をするうえでインピーダンスの変化が重要となるため、接地システムのインピーダンス測定を義務付けている。

測定は接地システムのインピーダンス、当該箇所における推定接触・歩幅電圧及び該当する場合は移行電位を含める。

1.接地システムインピーダンスの測定方法

発変電規程　第 6 章 第 6-3 節「接地抵抗測定」に、メッシュ接地や建物構造体接地など、大規模接地システムの電位降下法による測定方法が示されている。

《参考》に CENELEC に示されている、大電流注入法（大規模接地システムで採用）による測定方法を示す。

2.接触電圧の測定方法

接触電圧は、接地系に電流を注入した際の人体に加わる電圧を測定することにより決定されるが、実際には次の方法により測定される。

(1)人体の模擬方法　〔CENELEC HD637 S1 付属書 G による〕

接触電圧測定においては、人体抵抗を 1kΩと模擬する。足を模擬する測定接地極（足電極）は、全面積 400cm2 で最小 500Ｎの力を加えなければならない。(図 10.5-1 参照)

追加抵抗が考慮されない場合には、少なくとも 20cm の深さに埋設した接地棒が足電極の代わりに使用してもよい。(図 10.5-2 参照)

接触電圧の測定では、足電極は設備の導電性部分から 1m の距離に設置しなければならない。コンクリート、乾いた土壌に対しては、足電極を濡れた布、水幕の上に設置する。手の模擬用の電極は確実に塗装膜を貫通する能力をもたなければならない。電圧計の 1 端子には手電極を、他の端子には足電極を接続する。

電気所及び電気使用場所におけるサンプリング試験としては、このような測定で十分である。

注：簡単に接触電圧の概略値を得るためには、通常は高内部抵抗の電圧計と 10cm の深さに打ち込まれた探り針による測定で充分である。(図 10.5-3 参照)

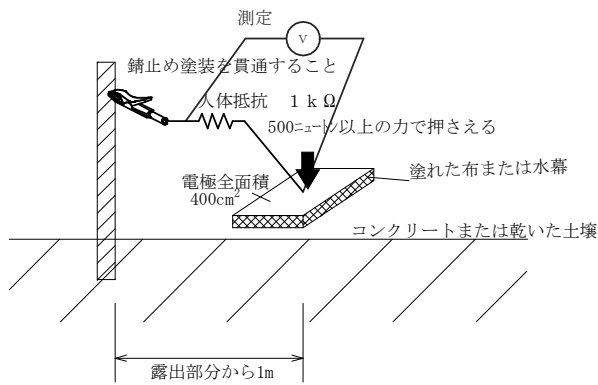



図 10.5-1 人体の模擬方法法

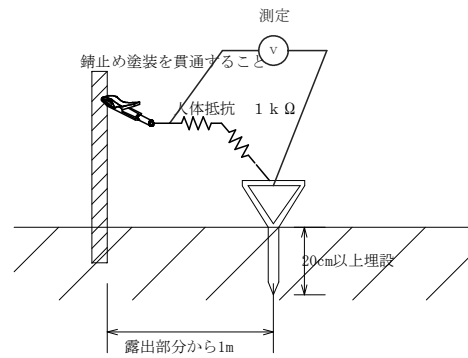



図 10.5-2 探り針方式

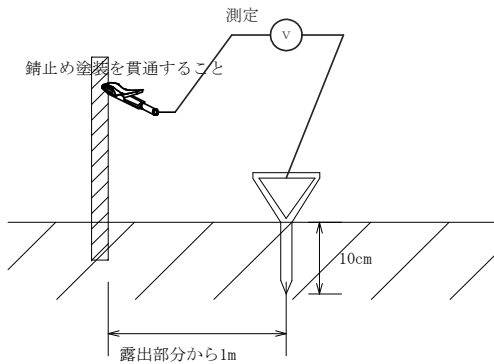



図 10.5-3 簡略測定

《参考》大電流注入法による測定方法（CENELEC HD637 S1 付属書 N）

図 10.5-4 の回路に電流を注入し、接地電位上昇を発生させる。商用周波と同一の周波数を使用すると誘導電圧により測定が困難となる場合は、商用周波に近い異周波の交流電源を用いる。この交流電圧を接地網と補助接地極の間に加え、試験電流 IM を接地網に注入することで接地網の電位上昇を発生させ、接触電圧を測定する。この方法は送電線を利用して行う測定であり、実施にあたっては送電線の停止が必要となる。

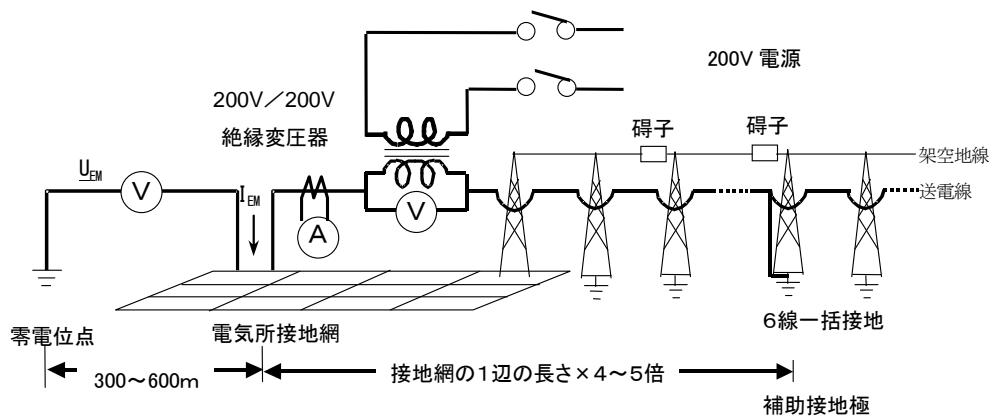



図 10.5-4 大電流注入法（送電線を利用）

ここで、地絡故障時の接触電圧は以下により計算できる。

$$U_T = U_{EM} \times \frac{I_E}{I_{EM}}$$

U_T：　推定接触電圧［V］

U_{EM}：　足電極、手電極間の電圧の測定値［V］

I_E：　地絡故障時に接地網へ流入する電流（r１×地絡故障電流に相当）［A］
I_{EM}：　測定時の接地電流（r１×IM に相当）［A］
r_1：　接地導体低減率、補助接地極への導体の低減率。これは計算、測定によって決定される。架空地線がない架空線と、シールドや外装がないケーブルの低減定数は１である。

測定時には、接地網と補助接地極間の試験線に並行する別の接地導体が考慮されなければならない。

もし、ケーブルが低インピーダンスの金属製シースを有し両端接地される場合には試験電流の大部分はシースを通じて戻るため、シースに絶縁カバーがある場合はシース接地を切り離すことが必要である。しかし、接地極の機能を有するケーブルの金属製シースの接地は切り離してはいけない。

試験される接地網と遠方にある補助接地極の間の距離は、接地網一辺の長さの 4～5 倍以上とする必要がある。また、試験電流を大きくすると測定電圧への干渉・外乱による影響が小さくなるので、CENELEC では試験電流に 50Ａ超を推奨している。

一方、わが国では、発変電規程で 20Ａ以上を推奨しており、20Ａ程度以上で問題なく測定できている実績がある。電圧計の内部抵抗は、測定用電極の接地抵抗の 10 倍以上の必要がある。

10.6　保守性（Maintainability） 10.6.1　点検（Inspections）

取入否	区分：Ｖ－Ｃ

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

なし

■10.6.1 の解説

本条では、接地システムは定期的に代表的な箇所の掘削を行い目視検査を行わなければならないことを規定している。定期的に接地設備の腐食状態や盗難等の被害状況について、容易に確認できるように、点検用の溝を設けるなどの方法が行われている。

一方わが国では不具合の報告例はほとんどなく、これまで通常地中部分の点検は行われていない。

国内で試験的に実施された経年 20～40 年の埋設接地線の調査では経年劣化による機能低下は一切なかったという報告もあり、埋設接地線の掘削による確認は長年の実績から不要として問題ないと考えられる。

10.6.2　測定（Measurements）

取入否	区分：Ｖ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

なし

■10.6.2 の解説

接地システムの設計及び施工は、定期的な測定，基本的要求事項に影響する主要な変更後の測定、あるいは接地システムに断線がないことを確認するための、連続性試験が実施可能なようにしなければならないことを要求している。

第11章　検査及び試験（Inspection and testing）

取入否	区分：Ｖ－Ｃ
＊巻末「用語の解説」参照	

■対応する電技省令・電技解釈

なし

■関連規程類

高圧受電設備規程　第1編第3章　(保守・点検)

発変電規程　第6章　(試験及び検査)

電気事業法　第49条（使用前検査)、第50条の2（使用前安全管理検査)

■第11章の解説

本条は保安規程の範囲に属するものである。

わが国では、電気工作物が竣工した場合あるいは変更の工事が完成した場合の検査等について、電気事業法第49条（使用前検査）及び第50条の2（使用前安全管理検査）において施設の規模に応じて定められている。「使用前検査」は、工事計画の認可の対象となる電気工作物に対して経済産業省が実施する謂ゆる「官庁検査」で、原子力発電所及び波力発電所等特別な発電設備に対して行われる。原子力発電所の場合は、その一部を(独)原子力安全機構が行っている。

これら以外の発電設備や変電所・送電線で工事計画の事前届出に係るものについては、自主的に検査する謂ゆる「事業者検査」が法第50条の2により義務付けられており、事業者検査が適正に行われていることをチェックするため監督官庁により「安全管理審査」が行われる。

これらの官庁検査や事業者検査の対象物や時期及び検査方法については、電気事業法施行規則や解釈（適切な使用前自主検査の方法）により詳細に規定されている。

なお、需要設備については、受電電圧1万Ｖ以上の設備が事業者用検査の対象となっている。

本条においては、電力設備の検査及び試験は、あくまで法的な使用者と供給元との合意を前提として、その範囲や実施項目及び適用すべき規格、仕様書等を決定すべきとしている。

電力設備の検査及び試験は、工場における完成時だけでなく、現場に納入後にも実施すべきとしている。これは、工場から現場への納入時に、電力設備が分割して搬送、搬入され、再度組立てられるからであり、この組立て時には当該電力設備の組立てのライセンス（又は、当該製造工場の認定書等）を持たない作業者により行われるケースも想定されるためである。

ここに例示された11項目の検査及び試験に当たっては、それぞれ該当するIEC規格を適用することになるが、当然ながら関連する国内法規がある場合はその規定を遵守しなければならない。

例えば、建築基準法、労働安全衛生規則、消防法などである。

箇条11.2の現場でのサービスとは現場での試験の実施に必要となる水、電力などの供給を指す。

箇条11.3は、施工中及びコミッショニング中の試験に関する方法、受入れ基準、スケジュール、必要なサービス等に関し、使用者と供給元の間で事前に合意しておくことを推奨している。なお、施工中の試験とは、工事の種類によっては完成後では実施できないものもあるため、そのような工事或いは設備については施工中に行うことを規定している。

箇条11.4は、試運転に関して規定している。一般に試運転は、実際の商業運転時と同じような負荷で運転して設備の契約上の機能を確認する。そのため、すべての重要な構成品を稼働させて実施することを推奨している。また、設備のどの部分又はどの機器が故障したら試運転を中断し、故障を調査してその原因を解明後に再度最初から試運転を実施するのか、若しくは中断した時間の単なる延長でよいとするかについても合意しておくことを推奨している。

取入否	区分：Ⅴ－Ｃ

■対応する電技省令・電技解釈
なし
■関連規程類
高圧受電設備規程　1310-3　(書類の整備)
自家用電気工作物保安管理規程　第 260 条 (保安の記録)
■第 12 章の解説
本条は、各設備に運転及び保守マニュアルを備えることを推奨している。運転及び保守マニュアルを含めた図書類に関しては、7.1.2　図書 (Documentation)の規定及び解説を参照のこと。

「IEC 61936-1 の用語の解説」について

IEC 61936-1 においては、第 3 章に「用語の定義」が示されている。しかし、この他にも、まぎらわしい用語や理解し難い用語が多々あることから、IEC 61936-1 の用語の解説を作成した。

IEC 61936-1 の用語の解説は、以下の形に整理されている。

（１） IEC 61936-1 用語一覧

■ 原語

IEC 61936-1 で使用されている用語で、まぎらわしい用語や理解し難い用語を記載した。記載順はアルファベット順に並べた。

ただし、第 3 章「用語の定義」にあるものは、基本的には対象外としたが、和訳が何通りかある用語や他の用語と類似してまぎらわしいと思われる用語については記載した。

■ 用語統一案

IEC 61936-1 で使用されている用語について、和訳する場合の統一案を記載した。

■ 引用条文

その用語が使用されている条文番号を記載した。

■ IEV №.

IEV（International Electrotechnical Vocabulary：国際電気標準用語集）で記載されている場合は、その№.を記載した。

■ 定義№.

第 3 章「用語の定義」にある用語については、その条文番号を記載した。

■ 用語の解説№.

用語の解説をしたものについては、カッコ番号を記載し、「IEC 61936-1 の用語の解説」のカッコ番号と合わせた。

（２） IEC 61936-1 用語一覧（逆引き）

■ アルファベット順に並べた「IEC61936-1 用語一覧」を「用語統一案」のあいうえお順に並び替えたもの。

（３） IEC 61936-1 の用語の解説

■ カッコ番号は「IEC61936-1 用語一覧」の「用語の解説№.」と合わせた。

■ 解説する用語について、四角の枠で囲んだ。用語については、原語（用語統一案）で記載し、引用条文例も記載した。

■ 四角の枠の下に、その用語についての解説を記載した。写真、図があるものは、入れるようにした。なお、第 3 章「用語の定義」にあるものについては、そちらも参照するように、例えば、【3.4.4 参照】と記載した。

以上

(1)	barrier（バリア）　【引用条文例】3.2.1 / 3.4.4 / 3.5.3 / 4.1.2 / 6.2.14 / 6.2.15.1 / 7.2 / 7.2.1 / 7.2.5 / 7.3 / 8.2.1.1 / 8.2.1.2 / 8.2.2.2 / 8.4.5 / 8.4.5.1 / 8.4.5.2 / 8.5 / 11.1 /図 1,2,5　【3.4.4 参照】

第 3 章用語の定義の 3.4.4 には、保護バリアについて「通常の方向からの接近に対し、直接接触保護をするもの」という定義が示されている。具体的にどのようなものを指すかについては、7.2.1 保護バリア離隔距離の箇条に、「高さ 1800㎜以上のワイヤメッシュ、スクリーン又は固体壁」と規定している。

また、IEC 60364 では、「バリア又はエンクロージャは、充電部へのいかなる接触をも防止することを目的とし、所定の位置に堅固に固定し、かつ、十分な安定性及び耐久性をもたなければならない(412.2.3)」及び「バリアの取り外しは、鍵又は工具によらなければならない(412.2.4)」などの規定がある。なお、バリアの保護等級、開口部の有無等については、使用場所により選定される。

以上のことから、具体的な保護バリアとしては次のように解説する。

「充電部への直接接触保護のため、充電部の周囲に設置する高さ 1800㎜以上のワイヤメッシュ、スクリーン又は固体壁であって、堅固に固定され、鍵又は工具を用いなければ取り外しができないもの。」

類似用語として、(24)「obstacle（オブスタクル）」があるが、これは、「充電部への無意識な直接接触保護のため、充電部の周囲に設置する高さ 1800㎜未満の固体壁又はスクリーン、及びレール、チェーン又はロープなどであって、無意識に取り外せないように固定したもの。」である。

(2)	bay（ベイ）　【引用条文例】3.3.5 / 7.1.7 / 7.2 / 7.4.2.4 / 7.5.4 / 8.2.1.2 / 8.4.4 / 8.4.5 / 8.4.5.2 / 9.1④　【3.3.5 参照】

第 3 章用語の定義の 3.3.5 には、開閉装置ベイ又はキュービクルについて「設備における母線からの各分岐部分」という定義が示されている。具体的にベイが記載されている箇条の内容は次の通りである。

7.1.7　：ベイには、ラベルを貼付けなければならない。
7.2　：ベイ間は、分離しなければならない。
7.4.2.4：ベイと母線の公称電流を流せる定格でなければならない。
7.5.4　：開閉装置キュービクル又はベイのドアは、避難方向に閉まることが望ましい。
8.2.1.2：エンクロージャの一部として使用するベイのドアは、工具又は鍵を使用するときだけ開けられるよう設計しなければならない。
8.4.4　：開閉装置キュービクル又はベイにおいて、接地及び短絡が有効でなければならない。
8.4.5　：隣接するベイとの分離は、適切な距離によって行わなければならない。
8.4.5.2：隣接の充電キュービクル又はベイの分離のために設けるべきである。
9.1④　：ベイごとに、制御回路の切り離しができる設備を設けなければならない。

以上の規定の内容から、ベイはある一群の設備を含む一区画を指し、例えばコンデンサバンクなどがこれに当たると考えられ、「ベイ」の用語の使用が適当である。

(3)	bonding（ボンディング）	【引用条文例】3.7.5 / 7.4.2.4 / 10.3.1
	bonding strap（ボンディングストラップ）	【引用条文例】7.4.2.4

ボンディングとは、導電性部分の相互の電気的な接続を行うことである。
GIS のボンディングストラップは、フランジ間シャントとも言われ、エンクロージャのフランジ間を平導体により電気的に接続することである。

(4)	compact substation（縮小形変電所）	【引用条文例】7.6
	prefabricated substation（プレハブ式変電所）	【引用条文例】7.5.1 / 7.6
	substation（変電所）	【引用条文例】1 / 3.1.10 / 3.3.1 / 3.5.7 / 7.5.2.1

	/ 8.7.1 / 10.2.3

「変電所」については、電技省令第１条第三号において、『「変電所」とは、構外から伝送される電気を構内に施設した変圧器、回転変流器、整流器その他の電気機械器具により変成する所であって、変成した電気をさらに構外に伝送するものをいう。』と定義されている。

一方 IEC では、変電所（substation）について以下のように定義している。

『電力系統の一部であり、所与の地域に特定され、主に送電線や配電線の末端の電力用開閉器や建物、また変圧器を含むことがある。変電所は一般に安全や制御に必要な装置を含む（例:保護装置）〔IEV 605-01-01〕』

このように日本語の「変電所」とは、構外から伝送される電気を構内で変成し、更に構外に伝送する場所（構内）を捉えた用語であるのに対し、IEC の「変電所」は、幾つかの変電設備の集合を表した設備を捉えた用語であり、電技解釈での「変電所、開閉所及びこれらに準ずる場所」の設備まで含んでいる。また、プレハブ式変電所など、さく、へい等によって区切られていない場合もある。

「変電所」のうち、比較的コンパクトな変電所を『縮小形変電所』と呼んでいる。

IEC 62271-202:2006 High-voltage switchgear and controlgear-part 202:High-voltage/low-voltage prefabricated substation（高電圧／低電圧のプレハブ式変電所）では以下のように定義されている。

プレハブ生産され、試験を終えた組み立て品で、一つの筐体で構成される。そこには以下の主要部品（機能）を内蔵している。

― 筐体
― 変圧器
― 高圧及び低圧の開閉器と制御盤
― 内部接続
― 補助的な装置と回路

すなわち、変電所の設備として必要な、開閉器や変圧器、母線、保護装置を、工場等でコンパクトに組み合わせた、コンテナハウスのような製品である。

そのまま地上に設置されたり、地下に設置されることもある。

ウォークアウト(Walk-out)タイプ

ウォークイン(Walk-in)タイプ

プレハブ式変電所の例（仏；AREVA 社 HP より）

日本では同種の変電設備として、開閉器や変圧器をコンパクトに配置した「スーパークラッド」や一次側が特別高圧、二次側が高圧でキュービクル形の「配電塔」という設備がある。（ただし、電技解釈第 33 条の特別高圧配電用変圧器（35kV 以下の配電に要するもの）の施設場所や高圧配電用変圧器の施設場所は、変電所とはみなさないこととなっている。）

66kV／6kV スーパークラッド　　　　　　　　　　　　　　22kV／6kV 配電塔

コンパクトタイプ変電設備の例（写真提供：東京電力／高岳製作所）

(5)	connection（接続部）　【引用条文例】3.1.6 / 3.2.5 / 3.7.4 / 4.2.6 / 5.6 / 6.2.9.1 / 6.2.9.3 / 6.2.10② / 6.2.13 / 7.1.1② / 7.4.2.1 / 7.4.2.4 joint（接合部）　【引用条文例】3.2.5 / 6.2.10② / 7.4.2.4

「connection」は外すことを意図していない接続であり、「joint」は外すことを意図した接続を言う。

(6)	continuity test（連続性試験）　【引用条文例】10.6.2

ここでいう連続性試験とは、電流を流して接地システムが電気的に接続していることを確認する、いわゆる導通試験のことを指す。

(7)	cubicle（キュービクル）　【引用条文例】3.3.5 / 7.5.4 / 8.4.4 / 8.4.5.2 / 9.1⑭ / 9.2.3③ / 9.6.4 【3.3.5 参照】

前後、左右及び上部を鋼板で囲った配電盤などに対する一般的名称。機器を金属箱にコンパクトに収納することによって、開放型に比べ省スペース化を図るとともに、機器の信頼性や保守の安全性を高めることができる。（電気設備用語辞典：電気設備学会編）

(8)	disconnection（引外し遮断）　【引用条文例】3.1.8 / 7.1.1 / 8.4.1 / 8.4.2 interruption（遮断）　【引用条文例】8.7.2.3 / 9.2.1 / 9.2.2 isolation（断路）　【引用条文例】3.1.7 / 3.1.8 / 5.4.1 / 7.1.1 / 7.5.4 / 8.4.1 / 8.4.2 / 8.4.4 【3.1.8 参照】

isolation は、決められた接点間の距離がなければならない。disconnection よりも距離が広い。

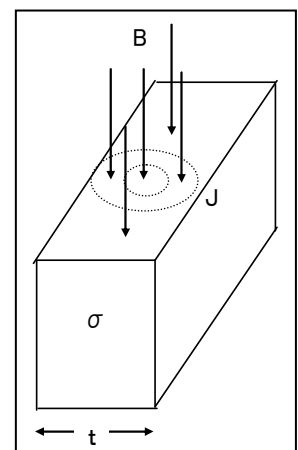
disconnection は、意図的な遮断であり、interruption は、意図的と意図的でない遮断を言うが、意図的でない遮断の意味が強い。

事故やミスによって起こる突然の断線や遮断は、interruption を使用する。

例えば、[automatic disconnection of supply]が正しく、[automatic interruption of supply]は誤った使い方である。

(9)	eddy current（うず電流）　【引用条文例】6.2.9.5

「6.2.9.5　ケーブルの布設」において、「（g）（前略）金属配管に布設するケーブルは、うず電流を最小に抑えるために、同一回路のすべての相導体（及び、存在する場合は中性線）を同一配管に布設しなければならない。」と規定されている。「うず電流」とは、金属片を磁場中で運動させると、金属片を貫く鎖交磁束の変化が起こり、磁束変化が最も顕著な閉曲線に沿って回転的な電流が生ずる。これをうず電流という。（電気工学ハンドブック）

例えば、変圧器や発電機、電動機などの電気機械に使われる鉄心中を通る磁束が時間的に変化すると、電磁誘導によって電界が生じ、そのため右図に示すように、磁束の変化を妨げる方向に電流が流れることになる。図中で各記号は、B：磁束密度、J：電流密度、σ：導電率、t：厚みを表している（電気工学ポケットブック）。

ケーブルを金属配管に布設する場合、全ての相の導体を同一配管に布設すれば個々の導体を流れる電流が作り出す磁界はほぼ打ち消しあうため金属配管表面には大きなうず電流は流れない。しかし個々の導体を別々に布設すれば上記の効果が期待できないため、金属配管の表面にうず電流が流れ、熱が発生する。この金属配管に発生するうず電流を最小にするため、同一回路のすべての相導体（及び、存在する場合は中性線）を同一パイプに布設することを規定している。

(10)	emergency exit（非常口）　　　【引用条文例】7.1.6 / 7.5.4 / 8.7.1 / 8.9.5 / 11.1

非常口には、緊急時にのみ使用する出入口と、日常的に使用する出入口があるが、セキュリティ上の理由等から通常鎖錠している非常口は、緊急時には容易に解錠できることが必要がある。

・「第7章　設備」「7.1　一般的要求事項」「7.1.6　運転の安全性」では、火災の場合に非常口が安全に使用されるよう規定している。

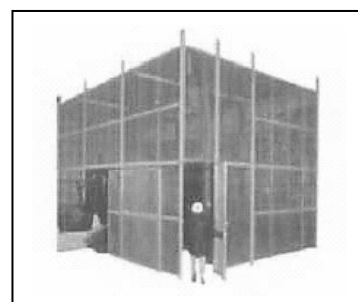
・「7.5 ビルに対する要求事項」「7.5.4　サービス区域」においては、発電所、変電所及び開閉所等の通路、アクセス区域及び避難経路に関する規定であり、操作通路の長さが10mを超える場合は、避難経路の両端に出口又は非常時の手段を備えなければならないとされている。また、恒久的に設置された梯子や類似のものは、避難経路の非常口として認められる。

・「第8章　安全手段」「8.7　火災に対する保護」「8.7.1　一般」においても、火災時に非常口が使用できるように配慮しなければならないとされている。

・「8.9　識別及び表示」「8.9.5　非常口のための非常用標識」において、非常口は、適切な安全警告標識により表示されなければならない。その標識は、IEC 規格又は国家基準に適合しなければならない。と規定されている。

・「第11章　検査及び試験」「11.1　一般事項」において、非常口が使用可能なことの検証を行うことが規定されている。

(11)	enclosure（エンクロージャ）　　　【引用条文例】3.4.3 / 3.7.18 / 6.2.11 / 6.2.13 / 7.4.2.2 / 7.4.2.4 / 7.5.2.1 / 7.5.2.2 / 7.5.4 / 8.2.1.1 / 8.2.1.2 / 8.2.2.1 / 8.2.2.2 / 8.5 / 8.7.1 / 9.6.5 / 11.1　【3.4.3参照】

本規格の第3章用語の定義の3.4.3には、エンクロージャについて「ある種の外的影響に対する機器の保護及びあらゆる方向からの直接接触保護をするもの」という定義が示されている。また、IEC 60364では、「バリア又はエンクロージャは、充電部へのいかなる接触をも防止することを目的とし、所定の位置に堅固に固定し、かつ、十分な安定性及び耐久性をもたなければならない(412.2.3)」及び「エンクロージャの開放又は一部分の取り外しは、鍵又は工具によらなければならない(412.2.4)」などの規定がある。なお、エンクロージャの保護等級は、使用場所により選定される。

以上のことから、エンクロージャは次のように解説する。

「機器の周囲を囲い、外的影響から機器を保護し、かつ、人に対しては直接接触保護をするもので、我国で機器の外箱、外郭、筐体などと呼ばれているものに加えて、金網などで機器の周囲を囲ったものを含めた総称。」

8.2.1.2 の規定から、開閉装置室、ベイ、キュービクルもエンクロージャの一種とみなすことができ、また7.4.2.4の規定からGISのタンクもエンクロージャと称している。

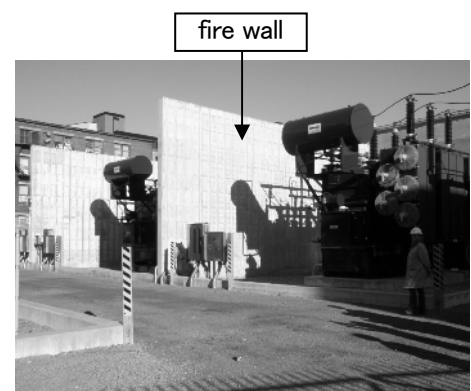
類似用語として、(34)「vault（金属製の箱）」があるが、これは、機器の火花や高温等が可燃物に及ぶことを防止する「金属製の箱」のことである。

(12)	erection load（組立時荷重）　　【引用条文例】4.3.1 / 4.3.3

組立時荷重（Erection load）は、機器や支持構造物を組み立てる時にかかる荷重であり、作業員や取付機械器具の荷重を言う。
日本では、作業荷重、工事荷重と言っている。

(13)	①fire behaviour class（火災振舞い等級） ①fire behaviour（火災挙動）	【引用条文例】8.7.2.1(表 3) / 8.7.2.2(表 4) / 8.7.2.3
	②fire integrity（火災遮断性）	【引用条文例】8.7.2.2（表 4）
	③fire wall（防火壁）	【引用条文例】8.7.1
	④fire-resistant separating wall（耐火分離壁）	【引用条文例】8.7.2.1 / 8.7.2.5
	④fire-resistant separation（耐火性の分離）	【引用条文例】8.7.1

①fire behaviour class（火災振舞い等級）
①fire behaviour（火災挙動）
乾式変圧器が発火・着火した場合の燃焼の振舞い状況を表す等級をさし“F”で示される。
F0：火災に対する特別な配慮がなされていないもの。
（延焼防止の保護手段として、本規格では 60 分性能の耐火壁[EI60 または REI60]または離隔距離[水平 0.9m、垂直 1.5m]を要求している）
F1：ある程度の燃焼は許され、火災に対する自己消火性を有する。自己消火性は国の基準で定められている場合以外は、製造者と使用者間で合意された期間内について性能維持される。（火災時の）有毒物質と不透明ガスの発生は最小限に抑えられる。
F2：F1 の条件を満足し、かつ（変圧器本体に関係ない）外部火災の場合であれば、特別用途（非常時用等）の変圧器として使用する場合に限り、決められた時間内は稼動させることが可能。
（F1、F2 とも延焼防止の保護手段として、本規格では難燃性[non combustible]の壁の設置を要求している）
変圧器製造者は前記の等級を銘版に記載することが義務付けられている。
［参考：配電用乾式変圧器には、①環境条件（湿度、結露、汚染）②温度条件（設置環境[屋内・屋外]による最低温度）③火災振舞い等級　の３条件が規定されている。］
②fire integrity（火災遮断性）
壁の耐火性能で、この場合は火災の遮断性能を示す。
屋内設置変圧器に火災が発生した場合の延焼防止措置として、耐火壁による保護手段が示されている。壁の種類は次の通りである。(8.7.2.2 表 4 の注 1)
REI　：耐力壁（壁構造の建物で、建物構造用に使用され荷重のかかる壁）で耐火性・断熱性のあるもの
EI　 ：非耐力壁（ラーメン構造の建物で、建物構造用は柱・梁が主体であるため、荷重のかからない壁）で耐火性・断熱性のあるもの
ここで、
R：耐荷重性能
E：耐火性能（fire integrity）
I：断熱性能
60/90：性能維持時間（分）を表している。
例えば、「EI60 respectively REI60」は耐火性・断熱性のある非耐力壁､耐力壁いずれも 60 分の性能維持が必要であることを示している。

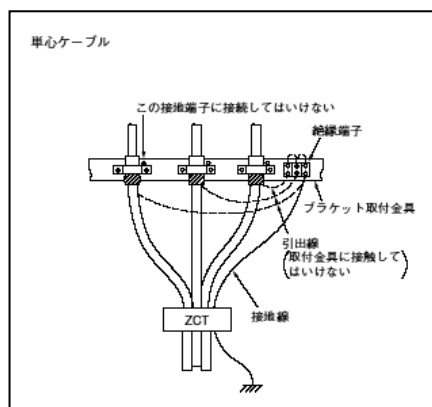
③fire wall（防火壁）
広義の firewall は、建物内部に設置される防火用の壁をいい、fire separation wall(防火区画壁)や fire resistant wall（耐火

壁）などを含む。狭義の fire wall は、建物から建物など他施設への延焼を防止するために設置する防火壁をいう。
④fire-resistant separating wall(fire-resistant separation wall ともいう)（耐火分離壁）
④fire-resistant separation（耐火性の分離）
（一般用語）

可燃性危険物，可燃性の液体からの火災の延焼、あるいはそれら可燃物への類焼を防止するために設置される耐火性の壁。当該壁にドアなどの開口部がある場合、耐火性能があり自動閉鎖式、意図せずに開放状態にならないための自動ラッチ機構付の扉とする必要がある。

可燃性危険物，可燃性の液体等に対する耐火性の分離は、火災関連法規に規定される。

(14)	flange-mounted（フランジ設置された（フランジマウントされた））　　【引用条文例】8.4.4

「8.4.4　接地用具と短絡用具」で、「この要求事項は、適用不可能な場合又は不適切な部分に適用しなくてもよい。(例えばフランジマウントされたケーブル・シーリング端末又はケーブル接続ボックスを持つ変圧器又は電気機械)。」と規定されており、解説では、「構造的に設置することが不可能な、引込ケーブル端末のフランジマウントやケーブル接続箱を持つ変圧器、電気機器のような容易に充電部に接続できない箇所は適用しなくてもよい。」と解説されている。

「フランジに設置された」とは、参考図のように、ケーブルがフランジ（ブラケット）に取り付けられている状態のことを言う。

参考図

(15)	functional insulation（機能絶縁）　　【引用条文例】8.2

機能絶縁とは、電気機器が正常に機能するために必要な導電部間の絶縁をいう。人畜の感電に対して基礎的な保護をするために充電部に用いる絶縁を指す基礎絶縁とは区別される。
省令、JIS ではそれぞれ次のように定義されている。
・電気用品の技術上の基準を定める省令(IEC60950)第 2 項の別紙
　J 60950 情報技術機器の安全性 1.2.9 絶縁では、
　「機能絶縁」: 機器本来の動作のためだけに必要な絶縁
　注ー機能絶縁は、定義上、感電を保護するものではないが、発火や火災の発生を減少させうる。
・JIS C 0664-1 低圧系統内機器の絶縁協調 1.3.17 絶縁では、
　「機能絶縁」: 機器本来の正常な機能にだけ必要な導電部間の絶縁
・JIS C 0704 制御機器の絶縁距離・絶縁抵抗及び耐電圧 2(21)用語の定義では、
　「機能絶縁」: 機器本来の機能に必要な絶縁

(16)	①operating error（誤操作）	【引用条文例】7.1.7 / 8.5
	②operating failure（動作不良（操作不応動））	【引用条文例】9.1⑨
	③incorrect operation（不適切な操作）	【引用条文例】8.9.1 / 9.1②
	④human error（ヒューマンエラー）	【引用条文例】3.1.17 / 8.9.1
	⑤inadvertent operation（予期しない動作）	【引用条文例】9.1⑨
	⑥accidental actuation（偶発的な作動）	【引用条文例】9.1⑩

①operating error（誤操作）

「誤操作」とは、機器の操作手順書等に記載されている本来の当該機器の操作手順や方法を間違えることをいう。また、複数の機器の操作においては、対象機器そのものやその操作順序を間違えることをいう。

②operating failure（動作不良（操作不応動））

操作対象機器の不良や、操作電源の電圧低下等により、機器が動作しないあるいは動作が完了しないことをいう。

③incorrect operation（不適切な操作）

機器の操作手順や操作方法が適切でないこと。

④human error（ヒューマンエラー）

操作者の判断または行動のうち、本人の意図に反して身体、設備、システム、環境の機能、安全性等を傷つけたり、妨げたりすること。

ヒューマンエラーは、人間の本来持っている特性と、人間を取り巻く環境がうまく合致していない場合、または、エラーを引き起こしやすい環境要因がヒューマンエラーを誘発すると考えられている。

⑤inadvertent operation（予期しない動作）

操作は正しくとも、配線間違いや結線不良、自然災害によるケーブル断線等により、機器が予期しない動作をすること。

⑥accidental actuation（偶発的な作動）

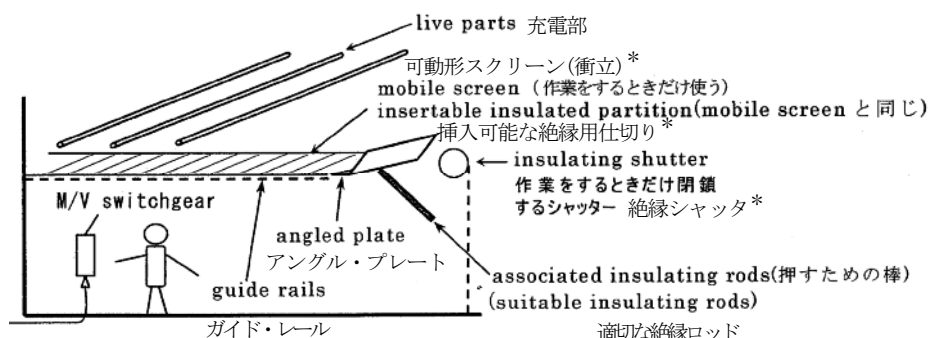
装置の不良やサージノイズの侵入による回路の不要動作などによって、装置が不要動作すること。装置の設計に当たっては、単体不良で不要な制御指令が出力されないように、制御における「選択-制御」の2挙動方式、保護における「主検出-故障検出」の異なる2要素による論理積をとる方式など設計上の配慮が必要である。

(17)	injection point（電流注入点）	【引用条文例】10.3.3

所内および近接架空地線への直撃雷や避雷器の動作時等には接地システムに衝撃電流が流れる（「電気設備計算ハンドブック」6.1「接地工事」pI-491より）。このような場合、発生するサージを速やかに減衰させるには衝撃電流が流入する点で見た実効的なインピーダンスを低く抑える必要がある。電流注入点とは、この衝撃電流が流入する点をいう。

電流注入点では、第一に高周波電流である雷を放流するための十分な電流容量が必要である。高周波電流は、表皮効果により中実の一体導体で接地線・接地極を構成してもその中心部を流れないので、単体の接地極寸法をいたずらに大きくしても効果は小さい。一方、開閉サージや故障電流の周波数成分は雷に比べて低く、こうした低周波電流を十分に放流するためには単体の接地極1個ではなく、これらを十分な広がりをもって複数埋設すると効果的であり、追加の接地導体が電流注入点で必要になる可能性がある。このような場合、一つの電流注入点には複数の接地極が接続、埋設され、こうした構成した高電圧接地システムは、雷保護システムの一部として、雷サージや開閉サージ等の過渡現象の発生時に接地電位の過剰な上昇の防止に貢献する。

(18)	insertable insulated partition（挿入可能な絶縁仕切り（絶縁用パーティション））
	【引用条文例】8.4.5 / 8.4.5.1 / 8.4.5.2

充電部の近くでの作業時に、充電部との接近を防止するために挿入して設置する絶縁性能をもつ移動可能なパーティション（仕切り）をいう。下図参照（平成20年度の海外技術調査小委員会におけるドイツのTC99委員との意見交換の場で説明を受けたもの）。

(19)	insulating liquid（絶縁性液体）	【引用条文例】3.2.3 / 7.5.6 / 8.7.2 / 8.8 / 8.8.1 / 8.8.1.2 / 8.8.1.3
	liquid immersed equipment（液体入り機器）	【引用条文例】8.8.1.1 / 8.8.1.3

電力用機器での電気的絶縁と冷却とをかねた媒体として安定的にその特性を維持できるという性質を考えると、油は非常に優れており、変圧器に限らず開閉装置でもその初期には絶縁油を使用していた。絶縁油は燃焼性はあるが自然発火性は無く、反応性は無く安定性が高いなどの特長を有している。不燃性・難燃性の媒体としてシリコン油、エステル油、菜種油などが研究されているが、基本的な絶縁特性、冷却特性について検討しているというのが実態であり、また社会的な供給量も十分ではなく、給電レベルの変電所や発電所で使用できるまでには今後の研究が待たれる。

変圧器等に使用される「絶縁性液体」にはクロロフロロカーボン系（フロン系）やパーフロロカーボン系が過去あったが、環境問題などに鑑みて、最近はシリコンオイルの難燃性絶縁油を採用したものが主流となっている。

パーフロロカーボンの沸点は油入変圧器よりも低いため、液体の沸騰による体積の急激な膨張及び気泡の発生による絶縁耐力の低下を避けるため、セパレート式や複合絶縁液浸式のように液体を加圧して沸点を高くして使用するものもあった。

(20)	insulating plate（絶縁板）	【引用条文例】6.2.9.4 / 8.4.5.2
	mobile insulating plate（移動形絶縁板）	【引用条文例】8.4.5.2

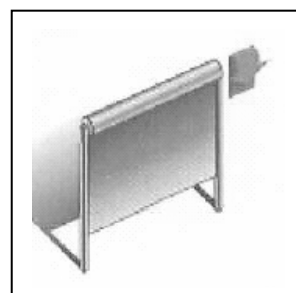
このmobile insulating plateは、次の条文中に使用されている。

「施設又は撤去の間に危険区域に入り、又はそれを固定するときに危険区域に置かれる挿入可能な仕切壁は、移動形絶縁板の要求事項を満たさなければならない。」

この箇条の前に移動形絶縁板の要求事項はないため、この用語は、8.4.5.1 に要求事項のある movable screen and insertable insulated partitionのことを指していると思われる。（IECの他の規格の要求事項に言及する場合は、通常その規格番号を参照として記載しているので、他の規格の要求事項とは思われない。）

(21)	insulating shutter（絶縁シャッタ）	【引用条文例】8.2.2.3 / 8.4.5.1

可動形スクリーン及び挿入可能な絶縁仕切りの一種で、作業時の事故防止のため充電部と作業区域との間に設置するシャッタ（鎧戸）をいう。

挿入可能な絶縁仕切りは、人が危険区域に入らずに設置及び撤去が可能でなければならないため、8.4.5.1 ではある種の絶縁シャッタの利用によって可能になるとしている。

(22)	link（リンク）　　　　　　　　　　　　【引用条文例】8.4.1

本文には、「設備の一部分の断路、例えば、リンクの取り去り又はケーブルループの除去」と記載されているが、この場合は、母線と機器を接続しているリード線のことを言っている。

(23)	movable screen（可動形スクリーン）　　　　【引用条文例】8.4.5.1

作業時に、隣接する充電部との接触を防止するために設置する可動形のスクリーン（衝立）をいう。本規格では、箇条7.2.5及び8.1.2.2の記述内容から、保護バリアとして作用するスクリーンは、ワイヤメッシュ（金網）のように開口部のあるものをいう。

7.2.5　　：スクリーンが取り付けられた窓のある外壁（窓のスクリーンであるから、ワイヤメッシュや格子のように開口部があるものである）

8.2.1.2　：・・保護バリアは、1800mm以上の固体壁、ドア又はスクリーン（ワイヤメッシュ）とする。

(24)	obstacle（オブスタクル）　【引用条文例】3.4.5 / 3.5.4 / 7.2 / 7.2.2 / 7.3 / 8.1.2.1 / 8.2.1.1 / 8.2.1.2 / 8.2.2.2 / 図1,2　　　　【3.4.5参照】

本規格の第3章用語の定義の3.4.5には、保護オブスタクルについて「故意ではない直接接触は防止するが、意図的な直接接触は防止しないもの」という定義が示されている。具体的にどのようなものを指すかについては、7.2.2保護オブスタクル離隔距離の箇条に、「高さ1800mm未満の固体壁又はスクリーン並びにレール、チェーン又はロープ」と規定している。

また、IEC 60364 では、「オブスタクルは、充電部への無意識な接触を防止することを目的とし(412.3)、無意識に取り外せないように堅固に固定する必要があるが、取り外しは鍵又は工具による必要はない(412.3.2)。」

以上のことから、具体的な保護オブスタクルとしては次のように解説する。

「充電部への無意識な直接接触保護のため、充電部の周囲に設置する高さ1800mm未満の固体壁又はスクリーン並びにレール、チェーン又はロープなどであって、無意識に取り外せないように固定したもの。」

※類似用語「barrier（バリア）」については(1)参照。

(25)	proceed with mitigation（(電位の）緩和を行う）　　【引用条文例】10.3.1

「10.3 接地システムの設計　10.3.1　一般事項 k）移行電位が、電力設備の外部又は内部で危険を引き起こすかどうかを決定する。引き起こす場合は、露出箇所での電位の緩和を行う。」とある。

この電位の緩和とは、総括接地システムで危険な接触電圧が生じない場合であっても、変電所に出入りするケーブルや絶縁された金属配管は遠方で接地されているため、変電所内部の地絡故障により、それらケーブルや絶縁された金属配管等の間に電位差が発生する（移行電位)。この時、接地された導電性部分に同時にアクセス可能である場合、人体に対し危険を引き起こすことになるため、導電性部分が露出した箇所の電位差を減少させ、危険のないようにすることをいう。

また、設置された低電圧機器の損壊が起こらないよう耐電圧との協調が必要となる。

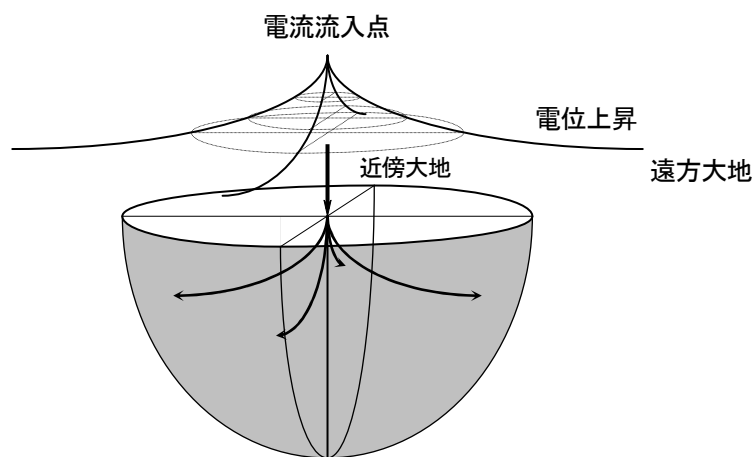
以下にCENELEC HD 637 S1に示されている緩和措置の例を示す。

・接地システムのエリアから出る場所における金属物の連続性の分断（変電所内引込みレール等は構内外の境界において数ヶ所で分割して絶縁ジョイントを設ける。水道管、ガス管等は境界において、ポリエチレンパイプ等絶縁性材質を用いて絶縁)

・導電性部分又は導電性エリアの絶縁

・接触防止のため導電性部分又は導電性エリア周囲に適切なバリアの設置
・他の接地システムに接続される金属物間に絶縁バリアの設置
・適切な電位傾度の緩和
・適切な装置の使用による過電圧の制限　など

(26)	remote earth（遠方（基準）大地）　【引用条文例】3.7.2 / 10.2.1 【3.7.2 参照】

10.2.1 の安全基準での記述にある以下の記述は、接地点が遠方にあるか否かや、接地電極形状（メッシュ接地など）を考慮して、電圧限界を考える必要があることを言っている。
・「10.2　基本的要求事項」「10.2.1　安全基準」
次の要素を考慮して電圧限界に変換される：
－ 人体の接触点と例えば、金属構造体から手袋を含む手、両足から靴又は砂利を含む遠方（基準）大地との間の抵抗
remote earth とは、「遠方大地」のことで、本規格では「基準大地」と同じ意味で使われている。（3.7.2 節参照）
何らかの原因で電気設備の接地系統（電極）に、ある故障電流が流れたとき、接地極周辺の電位が上昇する。この電位上昇はオームの法則により、故障電流と接地系統の電気抵抗の積で表される。このため、人体に危険を及ぼさない程度の電位上昇上限値は、接地抵抗に関係している。この接地抵抗の関係する範囲は、接地電極と土壌との接触抵抗のほかに大きな土壌の抵抗率により、接地電極から離れた箇所まで及ぶ。本規格では、この電位上昇の影響する範囲が近傍大地（local earth）であり、影響が及ばないと見なせる（従って零電位と見なせる）部分を遠方大地（remote earth）として区別しており、本文中では、人体を通過する電流の経路の例として挙げられている（人体の接触点～接地電極～遠方大地）。
なお英語圏では、「接地抵抗」は「遠方大地までの抵抗（resistance to remote earth）」と表記されることが多い。

接地電流の大地への拡散模式図

(27)	resonant earthing（消弧リアクトル接地）　【引用条文例】3.7.25 / 4.2.1 resistive earthing（抵抗接地）　【引用条文例】3.7.25 / 4.2.1

消弧リアクトル接地とは、1 線地絡事故時に地絡点のアークを自然消滅させるために、送電線の対地静電容量と共振するよう、インダクタンスを介して中性点を接地する方式のことである。
抵抗接地とは、1 線地絡事故時の中性点電流を保護リレーに必要な値（100 A ～ 400 A 程度）に保つために、抵抗を介して中性点を接地する方式のことである。

(28)	safety distance（安全な距離）　　　【引用条文例】5.4.1 / 7.2 / 7.2.4 / 7.3 / 7.7 / 8.5

safety distance は、この語が使用されている箇条の内容から、最小離隔距離(minimum clearance)、最小高さ(minimum height)、保護バリア離隔(protective barrier clearance)のような特定なケースの距離を示す用語ではなく、それぞれの箇条において対象となる「安全な距離」若しくは「安全な間隔」を意味する語である。

例えば､7.2.4 の歩行者が立入る領域上の充電部の最小高さ(minimum height)は､$H=N+2250$ と規定され、雪による safety distance の減少を考慮することが必要な場所ではこの値を増加させること、としている。したがって、この場合の safety distance は充電部の最小高さ(minimum height)を指すことになる。(7.7 でも同じ使用法である。)

また、5.4.1 では、記号 N の説明として、N は 7.2 の safety distance の基礎となる最小離隔距離(minimum clearance)の記号としている。そして、7.2 では N を使用して、保護バリア離隔距離、保護オブスタクル離隔距離、境界離隔距離が規定されていることから、これらすべてが safety distance であることになる。

以上のことから、safety distance は、特定用語であるとの誤解をさけるため､「安全な距離」と訳すのがよいと思われる

(29)	①shield（シールド）　　【引用条文例】3.7.11 / 6.2.9.4 / 6.2.15.1 / 8.6 / 9.6.3 / 9.6.5 ②solid wall（固体壁）【引用条文例】7.2.1 / 7.2.2 / 7.2.3 / 7.3 / 7.5.4 / 8.2.1.2 / 図1,2 ③screen（スクリーン）【引用条文例】6.2.4 / 6.2.4.1 / 7.2.1 / 7.2.2 / 7.2.3 / 7.2.5 / 7.3 / 7.5.2.3 / 8.2.1.2 / 8.4.5.1 / 図1,2,4 ③screened window（スクリーンが取り付けられた窓）　　【引用条文例】7.2.5 ④screens of cable（ケーブルの遮へい層） 【引用条文例】6.2.9.5 / 7.4.2.4 / 8.2

①shield（シールド）

静電的、電磁的な遮へい

②solid wall（固体壁）

固体壁とは、保護バリア、保護オブスタクル及び一般公衆との境界として使用される物を言う。(コンクリート、ブロック等)

③screen（スクリーン)、screened window（スクリーンが取り付けられた窓)

スクリーンとは、固体壁と同じように保護バリア、保護オブスタクル、一般公衆との境界として使用される物を言い、金網等、開口部のあるものである。

④screens of cable（ケーブルの遮へい層)

ケーブルの場合は､「遮へい層」となる。

(30)	snaking（スネーク布設）　　【引用条文例】6.2.9.2

「6.2.9 絶縁ケーブル」「6.2.9.2　温度変化による応力」において「温度に依存する導体の長さの変化によって、機器に加わる応力を考慮しなければならない。必要ならば、この応力を適切な方法で緩和しなければならない。(例えば、フレキシブルな接続、伸縮可能な端末又はスネーク布設) とある。

スネーク布設とは、電力ケーブルが温度変化により伸縮する性質があるため、裕度を持たせて布設することであり、蛇行していることを言う。

スネーク布設の例
（出典:日本の電気電子･情報関連卓越技術データベース）

(31)	tensioning portal（引留鉄構）　　　【引用条文例】4.3.3

変電所構内の母線等を引き留めるための支持構造物のことを言う。

送電線の引留鉄構　　　　　　母線の引留鉄構

引留鉄構の例（写真提供：東京電力）

(32)	trailing cable（取り回し可能ケーブル）　　　【引用条文例】6.2.9.3 / 6.2.9.7

取り回し可能ケーブル（Trailing cable）は、ガントリークレーン等に使用されるケーブルで、ホイスト、移動形又は可動形機器の電力供給のためのケーブルであり、キャブタイヤケーブル（リール巻き取り方式等のもの）を言う。

(33)	transzorb diode（トランザーボ・ダイオード）　　　【引用条文例】9.6.5

過渡的な過電圧から回路を保護するための半導体素子で、過渡電圧サプレッサ Trasient Voltage Suppressor(TVS)の一つ。電圧保護用に使用されるツェナーダイオードよりも応答速度が早く、大きな電流を扱うことができる。

【参考】

TransZorb：General Semiconductor Industries、 Inc.の商標

TRANSZORB：Vishay Intertechnology、 Inc.の登録商標

(34)	vault（金属製の箱）　　　　　　　　　【引用条文例】8.7.1

8.7.1には、vaultについて次のように記されている。

「火災の危険のある場所で、火花、アーク、爆発、高温を発生する機器が、可燃物に着火しないような構造になっていない場合は、耐火壁、金属製の箱（vault）、エンクロージャ、密封などの予防策が必要になる。」

したがって、機器の火花や高温等が可燃物に及ぶことを防止する「金属製の箱」の用語が適当と思われる。

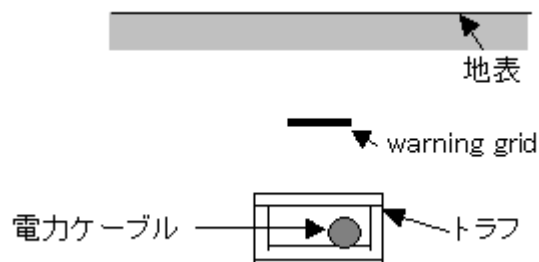
※類似用語「enclosure（エンクロージャ）」については(11)参照。

(35)	warning grid（警告表示網）　　　　　【引用条文例】6.2.9.5

・電力ケーブルが埋設されていることについて掘削作業者の注意を喚起する措置として施設するものでプラスチック製の網目（ネット）状、メッシュ状及びテープ（シート）状のものがある。表示は注意－下部電力ケーブルなど。

・アメリカ NECでのprotective coverあるいは日本での埋設表示シートに該当する。

・電技第47条第1項、電技解釈第134条第6項に規定する地中電線路の表示に該当する。

・JIS C 3653 電力ケーブルの地中埋設の施工方法　4.5 b)埋設表示
　内線規程2400-1 地中電線路の施設方法

(36)	working clearance（作業離隔距離）　【引用条文例】3.5.7 / 7.1.5 / 8.4.5 【3.5.7参照】

本規格の第3章用語の定義の3.5.7には、作業離隔距離(working clearance)について

「通常露出している露出充電部と、変電所で作業するあらゆる者又は直接手に持つあらゆる導電性工具との間で保つべき安全最少間隔」の定義が示され、更に注記1において、「これは非活線作業にだけ適用する。活線作業に関する具体的な定義はIEC 60050(651)にある」としている。

更に、図3には、最小作業離隔距離 D_W（これは、作業離隔距離と同じ）が、危険区域の外側で、かつ、近接区域の内側に図示され、「D_Wは国家規格又は基準によること」の説明が記されている。

以上の内容から次のように解説する。

「通常露出している充電部と、変電所で作業する人又は直接手で持つあらゆる導電性工具との間で保つべき安全最少間隔で、非活線作業にだけ適用し、国家規格又は基準により規定するもの。」

(37)	work distance（作業のための距離）　　【引用条文例】8.1

この語は、箇条8.1のみで使用されているが、8.1の記述内容と3.5.7の作業離隔距離(working clearance)

D_W及び図 3 の D_Wの説明から、work distance と working clearance は、共に「国家規格及び規準で規定される」ものであるため、8.1 の work distance は、working clearance と同じ意味に使用されている。

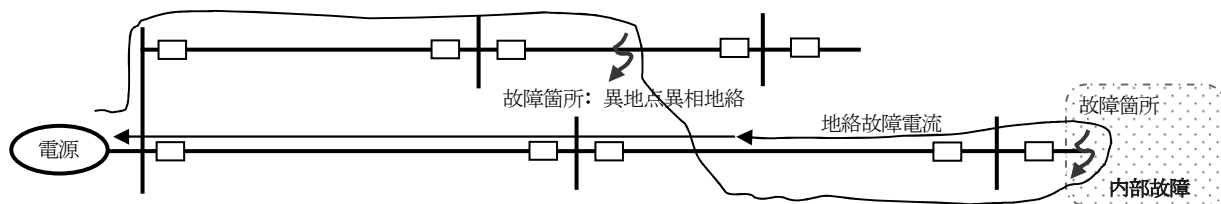
しかし、D_Wは 3.5.7 の注記 1 から、非活線作業の離隔距離であり、一方箇条 8.1 では活線と非活線の両作業について言及しているため、この work distance は特定な用語ではなく、単に「作業のための距離」と訳すのがよいと思われる。

(38)	balanced system（バランスシステム）　　【引用条文例】10.2.3.2

10.2.3.2 で、低電圧及び高電圧接地システムの相互接続の要件の一つとして、バランスシステムにおいて多点接地高電圧中性導体（第 3 章　用語の定義 3.7.20 参照）システムにも接続されている場合が挙げられている。三相間がバランス（平衡）している状態のことと思われる。

(39)	cross country earth fault（異地点間地絡事故）　　【引用条文例】10.3.2

我が国では、「異地点異相地絡故障」あるいは「異地点多重地絡故障」と呼ばれ、2 つの異なる地点において同時刻に異なる相において地絡が発生した場合を示す。平行 2 回線での異地点異相地絡や他回線との異地点異相地絡も含まれる。

回路図で示すと下図の通り。

(40)	filter banks（フィルターバンク）　　【引用条文例】6.2.1

フィルタを多数組み合わせて設置した一群の設備をフィルターバンクと呼ぶ。フィルターバンクは、パワーエレクトロニクス機器の発生する高調波を吸収して、高調波妨害を防止する目的で設置される。このうち、交流フィルタは、高調波による各種障害を除去することを目的として設置されると同時に、進相用コンデンサとして、負荷の必要とする基本波進相無効電力を供給し、力率を改善する。

交流フィルタ設備は基本的に電力用コンデンサと直列リアクトルによって構成され、高次フィルタの場合には直列リアクトルと並列に抵抗器が設置される場合もある。

(41)	hard-wired interfaces（配線接続された接点）　【引用条文例】9.1⑭

9.1⑭では産業用プロセス制御機器の制御回路構成上の留意点について述べている。

制御回路が高電圧の主回路設備に近接して設置されていると、保守作業の時に保守作業員の安全確保が難しくなる。そのため制御回路を一旦別のキュービクルに導き、実際に保守作業員が捜査する回路へは、ここで接点を介して接続するという工夫を施す。これによって直接作業員が高圧印加部位に近づくことを防ぐことができる。

(42)	rated peak making current（定格投入電流）　　【引用条文例】6.2.13

遮断器の定格投入電流は，すべての定格および規定の回路条件のもとで，規定の標準動作責務態に従って投入することができる投入電流の限度をいい，投入電流の最初の周波の瞬時値の最大値で表す。

投入時には「接触子の完全な接触」状態に入る前に先行アークにより短絡電流が流れ接触子の発熱・損傷・溶着・電磁力による投入力の減殺などを起こすことがあるので、遮断器は定格投入電流における投入能力が保証されなければならない。

電磁力が過大であると、遮断器の投入操作力が弱められ、接触子間にアークにより大電流が流れると、遮断器の可動接触子は電磁力により反発され、その結果アークが消滅すると再び投入が始まり、以下同じ過程を繰り返すというポンピング現象を起こす恐れがある。この種のポンピングが発生するとアークエネルギーが集積して遮断器の消弧室の破壊を起こすこともあり、これを避けるためにも、遮断器は定格投入電流を安全に投入できなければならない。